



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Zonificación de suelos del sector 1 del centro poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash-2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bernal Rosales, Andersson Daniel (ORCID: 0000-0002-2719-682X)

ASESORES:

Mgtr. Naveda Sarmiento, Juan Enrique (ORCID: 0000-0002-9402-3291)

Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

CHIMBOTE – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

Dedico mi presente primeramente a Dios por permitirme llegar hasta donde estoy, alcanzando mis metas propuestas, por darme inspiración y fuerza para no desvanecer.

Se le dedico a mis padres por apoyarme día a día con trabajo, a pesar de las dificultades siempre estaban ahí apoyándome y dándome aliento para seguir y culminar.

A mis asesores por brindarme sus enseñanzas y conocimientos a lo largo de estos meses, todas sus enseñanzas respecto a la rama de ingeniería civil, por orientarme en mis ensayos y mi tesis.

## **Agradecimiento**

A mis padres por siempre estar conmigo y estoy muy agradecidos por todos los años que me brindaron, por ser comprensivos y pacientes.

A mis familiares por siempre creer en mí, y esto es un logro para mí y estoy agradecido con ustedes por darme muchas fuerzas y ser mejor cada día.

A mi asesor por acompañarme en el desarrollo de mi tesis y posteriormente la culminación, por enseñarme todos sus conocimientos y guiarme para seguir con ello.

A la universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de poder estudiar y culminar mi tesis, por tener muy buena enseñanza respecto la carrera de ingeniería civil.

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 16
--	---------------------------------------	--


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) BERNAL ROSALES, ANDERSSON DANIEL cuyo título es: ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH-2019..

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 14... (número)  
catrice..... (letras).

Chimbote, viernes, 13 de diciembre de 2019

  
.....  
Mgtr. JOSÉ PEPE MUÑOZ ARANA  
PRESIDENTE

  
.....  
Mgtr. NAVEDA SARMIENTO JUAN ENRIQUE  
SECRETARIO

  
.....  
Mgtr. LEGENDRE SALAZAR SHEILA MABEL  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



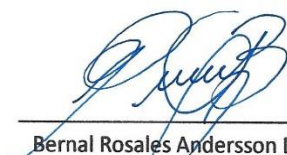
### **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, ANDERSSON DANIEL BERNAL ROSALES con DNI N° 73461993, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 13 diciembre del 2019



---

Bernal Rosales Andersson Daniel  
DNI/N° 73461993

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

Cumplimiento con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “Zonificación de Suelos del Sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su Clasificación mediante el Método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash-2019”, tiene como objetivo de determinar la zonificación de suelos del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash 2019.

Primeramente, se desarrollará la introducción, el cual, contiene la realidad problemática, antecedentes, marco teórico, la formulación del problema, la justificación y posteriormente los objetivos que se desarrollaran posteriormente.

Luego se ve la metodología, el cual engloba al diseño, el tipo de estudio, las variables y operacionalización, posteriormente se ve la muestra y población, luego se describe las técnicas e instrumento, valides y confiabilidad de desarrollo de tesis.

Posterior se determinarán los resultados obtenidos de suelo del sector 1 del centro poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS Chimbote, Ancash-2019”, los resultados obtenidos se dan de acuerdo al laboratorio con el fin de que el tesista brinde la solución hacia el problema.

Al determinar los resultados, se discutirán y se generará su interpretación, se darán por medios gráficos, cuadros y tablas que serán de forma resumida.

Asimismo, el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil.

Con la convicción que se nos otorga el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradecemos por anticipado las sugerencias y apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

El Autor

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
Índice .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	01
II. MÉTODO.....	09
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	09
2.2. Operacionalización de variables .....	09
2.3. Población, muestra y muestreo .....	11
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	11
2.5. Procedimiento .....	12
2.6. Método de análisis de datos .....	13
2.7. Aspectos éticos .....	14
III. RESULTADOS .....	15
IV. DISCUSIÓN.....	62
V. CONCLUSIONES .....	65
VI. RECOMENDACIONES .....	66
VII. REFERENCIAS .....	67
ANEXOS .....	71

## **Resumen**

La presente investigación de tesis busca la zonificación de Suelos del Sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su Clasificación mediante el Método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash-2019”. El objetivo del presente estudio es determinar la zonificación de suelos del sector 1 del centro poblado Cambio Puente, de tal manera se realizó las calicatas respectivas con la ayuda del ingeniero de mecánica de suelos, posterior a ello se recolecto las respectivas muestras para realizar los ensayos correspondientes. Se tiene como objetivos específicos: Identificar las caracterización del suelo natural mediante un registro de sondaje en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, como segundo objetivo determinar la clasificación del suelo natural mediante la normativa Sucs y Aashto en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, como tercer objetivo es determinar la capacidad portante del suelo natural en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, y por último realizar una microzonificación del suelo en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente. En la presente investigación se hizo del método de un análisis explicativo porque el investigador busca evaluar un elemento sin manipularla intencionalmente, teniendo como tipo de investigación No experimental – explicativo. La población está constituida por la demarcación geográfica del sector 1 está dividido en 6 sub sectores (1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F) del Centro Poblado de Cambio Puente y que pertenece a la provincia del Santa de la región Ancash, con un área territorial aproximada de 71,921.47m<sup>2</sup>, y la muestra que tendrá este desarrollo será considerada basándose en la tabla N°6 del Artículo 11 de la Norma Técnica Peruana E 0.50, por lo que establece y menciona que se debe realizar 3 calicatas por ha de terreno habilitado. Es por ello que se realizará 18 calicatas, cada una de ella de dimensiones de 1m x 1m y una profundidad de dimensión variable para determinar el resultado que representará 1 dimensión del área del suelo en análisis. Además, para la recolección de datos se utilizó como instrumento protocolos de laboratorio, los cuales luego, fueron procesados los datos.

**Palabras clave:** Zonificación, clasificación, suelos.

## **Abstract**

This thesis research seeks the zoning of soils of Sector 1 of the Town Center of Change Bridge according to its Classification by the AASHTO and SUCS Method, Chimbote, Ancash-2019". The objective of the present study is to determine the zoning of soils of sector 1 of the Pueblo Puente Change center, in this way the respective calicatas were made with the help of the soil mechanics engineer, after that the respective samples were collected to perform the tests corresponding. It has as specific objectives: Identify the characterization of the natural soil by means of a survey of drilling in the sector 1 of the town center Cambio Puente, as a second objective to determine the classification of the natural land by means of the regulations Sucs and Aashto in the sector 1 of the town center Cambio Puente, as a third objective, is to determine the carrying capacity of the natural soil in sector 1 of the Pueblo Puente Change center, and finally to carry out a microzoning of the soil in sector 1 of the Cambio Puente population center. In the present investigation the method of an explanatory analysis was made because the researcher seeks to evaluate an element without intentionally manipulating it, having as a type of non-experimental - explanatory research. The population is constituted by the geographical demarcation of sector 1 and is divided into 6 sub sectors (1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F) of the Pueblo Poblado de Cambio Puente Center, which belongs to the Santa province of the Ancash region, with an approximate territorial area of 71,921.47m<sup>2</sup>, and the sample that will have this development will be considered based on the table N ° 6 of Article 11 of the Peruvian Technical Standard E 0.50, so it establishes and mentions that 3 calicatas must be made per ha land enabled. That is why 18 calicatas will be made, each one of dimensions of 1m x 1m and a depth of variable dimension to determine the result that will represent the dimension of the soil area under analysis. In addition, laboratory protocols were used as an instrument for data collection, which were then processed.

**Keywords:** Zoning, classification, soils.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sitio de investigación será el Centro Poblado de Cambio Puente con una población de 13 mil habitantes y está ubicado a una distancia de 9.54 Km al Noreste de Chimbote - Provincia Santa y perteneciente a la Región de Ancash, a 80 m.s.n.m., colinda por el Norte con Santa cruz; por el lado Sur con el Rio Lacramarca y el Distrito de Chimbote, por el Este con el caserío Santa Rosa por el Oeste con el Distrito de Chimbote y Santa (Inei, 2017, s.p). Dicho sea de paso, el lugar no cuenta con vías de pavimentación y existe un gran porcentaje de construcciones empíricas, en algunos casos las edificaciones son de 4 a 5 pisos, sin conocimientos de ingeniería y un adecuado estudio mediante ensayos de suelos, para así conocer el tipo de suelo en que se realizará la fundación, y esto podría traer consecuencias a corto o largo plazo.

Es por ello que, de manera general ante un minucioso estudio se investigó a nivel regional Ancash como departamento, una de las ciudades que se desarrollan en la zona de la costa y en las zonas de la sierra, y éstas no escapan a las características genéricas de un desarrollo y crecimiento en infraestructura vial, en las que, la presencia del uso de pavimento nos hace embellecer sus principales calles y avenidas; de tal forma que, este material se ha convertido en unos de los elementos fundamentales para prestar las condiciones adecuadas de las unidades de transporte que se utilizarán para el bienestar de los ciudadanos.

Por esta razón, el presente trabajo de investigación abarcará realizar una zonificación de usos de suelos en el sector 1 (comité 1) del Centro Poblado de Cambio Puente, con un área aproximada de 7 ha. Dato obtenido del plano catastral de la municipalidad del Centro Poblado en Cambio Puente.

Ante lo señalado anteriormente, los pobladores cuentan con las necesidades importantes de electricidad y agua potable, pero sin redes de saneamiento, por lo que, los pobladores llevan esperando y solicitado por muchos años este servicio a la municipalidad, para que luego se elabore y ejecute un proyecto de pavimentación en la zona, pues, la vía se encuentra a nivel natural, por esta razón, los pobladores se ven afectados por la gran polvareda que se produce por consecuencia de los fuertes vientos que existe y el paso frecuente de los vehículos, dificultando el desarrollo de la población, así como sus actividades normales; para ello, es importante conocer trabajos previos realizados por otros autores para tener fundamentos de los resultados y conclusiones que obtuvieron en sus investigaciones.

En los trabajos internacionales se tiene como antecedente a Poma, M. (2017) nos dice en su tesis denominada: Zonificación y uso adecuado de los suelos en la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda, que se planteó como objetivo principal la realización de la evaluación de los usos actuales del suelo y luego en base a las propiedades de suelos ya sea físicas, morfológicas y geológicas; y el de ejecutar un ensayo de zonificación, dar sugerencias de uso sostenible y sustentable de los suelos, se concluyó que en el estudio ejecutado se examinó que aparte de la actividad de los pobladores, existen más factores de riesgo que influyen en la zona y pobladores, estos son las precipitaciones y los desniveles grandes del lugar, las propiedades de los suelos, así como la composición orgánicos e inorgánicos y partículas de diferente tamaño. La zona presenta un tipo de terreno franco arenisco de una baja trabajabilidad en su consistencia rígida. Se denomina densidad de terreno en el sector es de 2.18 g/cm<sup>3</sup>, respecto al pH, presenta un terreno ácido a causa de los escasos bosques en el sector. El suelo cumpliría todas las características y propiedades adecuadas basándose en los parámetros técnicos de zonificación para el uso de agricultores o actividades similares.

Así mismo, se presentan antecedentes nacionales, según Ochoa (2013) en su tesis denominada, identificación y características geotécnicas de los depósitos de suelos, en donde se planteó como objetivo la identificación de los primordiales depósitos de suelos que están debajo. Uso la metodología explicativa y se llegó a la deducción que, los depósitos en el terreno de la localidad de Veracruz y lugares poblados cercanos, se verifica que son de hace poca excreción, son suelos jóvenes que pertenecen al Terciario y al Cuaternario superior. Los depósitos marinos están en todo lo extenso del litoral, conformados estos por arenas finas, y con intercalaciones de arcillas de forma mediana y con alto grado de plasticidad y fragmentos de coral. Las arenas de los depósitos de terreno del litoral y las de médano son deficientemente graduadas, estas particularidades además la presencia de las arenas encontradas en el sector aluvial.

Por último, se investigó antecedentes locales, según Casas (2018) en su tesis denominado, evaluación del suelo de fundación con fines de cimentación de la zona 1° de Mayo Nuevo Chimbote – Ancash 2018. El cual tuvo como objetivo evaluar el suelo de fundación con fines de cimentación de la zona 1° de Mayo Nuevo Chimbote – Ancash 2018. Se Aplicó la metodología no experimental, donde se obtuvo como resultados una

arena mal graduada con presencia de humedad. Y concluyó que es un suelo altamente saturado donde se debería aplicar rellenos para poder cimentar.

Por otro lado, en trabajos previos de nuestro país se denomina Zonificación mediante el SUCS y la capacidad portante del suelo, que van para viviendas unifamiliares en el crecimiento urbanístico; se planteó como objetivo primordial, realizar la zonificación a través del SUCS y la capacidad portante del suelo, que son evaluadas para viviendas, concluyeron que se determina en su zonificación como un suelo arcilloso, limoso y arenoso con una capacidad portante permisible al diseño, los resultados adquiridos se encuentran dentro de estos parámetros (Addleson, 2001, p. 23).

Por consiguiente, se denomina zonificación a la determinación de sectorizar un determinado lugar en terrenos que son distribuidos igual y que esto estará determinado por cada tipo de estratos que se tiene en el lugar de estudio, de acuerdo a la verificación mediante las pruebas de campo que se realizarán en el laboratorio de suelos (Badillo, 2005, p.67). Así mismo, es necesario conocer la conformación del suelo es mediante un material que se origina por la erosión o de una variación química o física que provienen ya sea de residuos o de rocas (Braja, 2017, p.23). Teniendo en cuenta, que el suelo tiene propiedades mecánicas son características utilizados para poder seleccionar o identificar los materiales, con la finalidad de poder cumplir con los requerimientos para construir y de esta forma tener la verificación de la calidad que se desea obtener, lo cual se determina tomando muestras para un estudio y así definir las propiedades mecánicas en un laboratorio de suelos (Braja, 2017, p.37).

Ante la identificación de las propiedades mecánicas del suelo, se tienen que realizar ensayos que serán utilizados para resolver la composición del suelo como el análisis granulométrico que consiste en poder obtener todos los diferentes tamaños de las partículas (Tavera, 2014, p. 21). Por esta razón, se debe de realizar un análisis o estudio de los agregados finos y de los agregados gruesos, y para este ensayo se requieren tamices de diferentes tamaños y que son colocados de mayor a menor diámetro, este método se ejecuta colocando una porción en los tamices para luego poder agitarlos y así las partículas se separaran en forma de porciones, para posteriormente colocar los pesos en porcentajes con respecto al peso de la muestra total que se tuvo al iniciar el ensayo. Y teniendo en cuenta que el tamiz de la malla de N° 200 se estableció como una medida de forma universal para clasificación de suelos gruesos de los suelos finos (Bohol, 2011,



p.27). Para realizar los ensayos es necesario utilizar las herramientas o equipos para el análisis granulométrico de los suelos, es por ello, que se mencionarán las siguientes: Se requiere de un juego completo de tamices para la determinación de porcentajes de la muestra y para la determinación de la curva granulométrica; otro equipo es el horno para el secado; también los recipientes para los muestreos que son de material distintos y debe resistir temperaturas elevadas y sean resistentes al efecto de corrosión, las balanzas deberán tener una precisión de por lo menos 0,01 gr y 0,1 gr, las cuales deberán ser previamente revisadas y calibradas; y necesitamos el cepillo será de alambre y una brocha con pelo que sea delgado (Bowen, 2017, p.53).

Por otro lado, es necesario conocer las propiedades de las muestras de suelos, como el límite líquido que consiste en el contenido de humedad de una determinada muestra y esto es expresado en porcentaje y se compara con el peso total que se obtenga de la muestra en seco, y a través de ello pasa a estado líquido a estado plástico (Bowen, 2017, p.55). Es necesario determinar el límite líquido para ello, se utiliza la cazuela de casa grande, está constituido por 1 cazuela y esta es normalmente de bronce, esta cazuela esta fijo al dispositivo listo para rotar por medio de una manivela, la cual nos permite una elevación y posteriormente la caída de la cazuela la cual produce un golpe en forma de rebote a la base del dispositivo, se requiere de un ranurador que su material es de acero inoxidable tiene la forma curva o plana, para realizar una ranura a la muestra, es decir la muestra de ensayo; la balanza debe ser con una precisión de 0,1 g por lo que se debe revisar antes; se requiere también el horno para el secado (Callister, 1996, p.63).

Para el autor Carthigesu (2016), nos dice que una muestra debe ser lo más representativa del lugar en estudio y que la humedad natural debe perdurar hasta que se realice el estudio; para poder obtener el límite líquido se necesita que la muestra pase por el tamiz de malla número 40 en una cantidad mínima de 150 gramos (p. 11). Por otro lado, tenemos la propiedad del límite plástico, si tiene una baja humedad con el que se podrán formar unas barras del suelo de aproximadamente de 3 mm (1/8") de diámetro, se determina de esta manera verificando con la palma de la mano, estas barras no se pueden desintegrar (Ceaig, 2013, p. 221).

Es necesario seguir un procedimiento requerido para poder determinar y obtener el límite plástico de la muestra en estudio siendo establecido a continuación: se debe tener una placa que será de vidrio esmerilado lo suficientemente grande para poder realizar los

rollos sin ninguna dificultad; se requiere de un recipiente de material de porcelana para la evaporación, para determinar y obtener el contenido de humedad; una espátula; la balanza con una calibración de 0,01 gramos; el calibrador deberá tener una aproximación de 0,1 cm por lo que será revisado previamente y el horno de secado (Crespo, 2004, p.74). Para el autor Delwyn (1993), la muestra debe ser la más representativa del lugar de extracción y se requiere que la humedad se mantenga hasta realizar el ensayo. De esta forma para determinar y así obtener el límite plástico se requiere que la muestra pase por el tamiz de malla N° 40 en una cantidad o porción mínima de por lo menos 150 gr (p.221).

Así mismo, ya teniendo definido y determinado las propiedades mencionadas podemos conocer el índice de plasticidad que viene a ser la diferencia que tiene entre los límites plástico y líquidos, los límites plásticos y líquidos van a depender de la cantidad o porción y tipo de arcilla del suelo; pero en donde el índice plástico dependerá de la porción o cantidad de la arcilla que contenga el suelo (Douglas, 2018, p.67). Por otro lado, tenemos en relación a las propiedades del suelo tenemos el coeficiente de curvatura se utiliza para determinar que la curva granulométrica es convexa o cóncava. (Valle, 1998, p. 12).

De esta forma será convexo si las dimensiones del material están dispersas en un espacioso rango (es decir será bien graduado), y será cóncava si la cantidad en su parte mayoritaria de los materiales son uniformes (es decir será mal graduado) y en la curvatura (Espinosa, 2016, p.12). Por otro lado, también es necesario evaluar la uniformidad de las dimensiones de los materiales de un suelo para eso es importante conocer el coeficiente de uniformidad que es la relación entre D<sub>60</sub> y D<sub>10</sub>; cuanto más lejano sea el D<sub>60</sub> de D<sub>10</sub>, este aumentará el coeficiente de uniformidad, y tendremos 1 material que será bien graduado; si en caso fueran muy semejantes, tendremos un material que será mal graduado. (Giancoli, 2012, p.86).

Con respecto a los distintos tipos de suelos, por un lado, tenemos a las gravas que se caracterizan por la descomposición de las rocas y estas son acumulativas, en las cuales los tamaños de sus partículas tendrán una variación de 2.0 mm a 7.62cm (Gonzales, 2001, p.97). Después, por otro lado tenemos a las arenas que son materiales de grano fino procedente de la trituración artificial y también de la disgregación de las rocas, teniendo unos tamaños entre 0.05 mm y 2 mm de diámetro (Jain, 2019, p.34).

Todavía cabe señalar a los suelos limosos que son suelos de granulometría fina con muy poca o casi nada de plasticidad, y podría ser un limo orgánico o un limo inorgánico, siendo los tamaños comprendido desde 0.05 mm y 0.005 mm (Jay, 2015, p.87).

Por otro lado hay que mencionar a las arcillas; la arcilla tiene caracteriza por amoldarse en plástica al ser mezclado con agua y tienen un diámetro menor a 0.005mm (Jaramillo, 2018, p.13).

Ya conociendo los tipos de suelos es necesario tener de conocimiento el concepto de las calicatas; esta es 1 de las técnicas que se utiliza para análisis geotécnico, estudios pedológicos o edafológicos de un determinado lugar o terreno (Zanni, 2008, p.182). A través de ello, las muestras se extraen por medio de excavaciones que se realizan y se hacen a profundidad pequeña a media, permitiendo así un estudio directo del suelo in situ por medio de ensayos de laboratorio según el ensayo necesario (Khaled, 2016, p. 329). En relación con el objetivo del trabajo es necesario definir la determinación de suelos, se agrupa los suelos de características similares, con la finalidad de que sea más fácil el conocer el proceder del suelo y comparándolo con similares que obtengan las mismas características o clasificación (Zhanping, 2018, p. 162).

De esta manera, se clasifican los tipos utilizados en Perú para clasificación de suelos son: AASHTO y SUCS; cada sistema utilizado para clasificar los suelos es de suma importancia para un ingeniero, para determinar el tipo de suelo se utiliza el límite de Atterberg (Ley, 2017 p.86). Por medio de, la composición del suelo según el sistema AASHTO, se obtienen resultados del límite líquido, el índice de plasticidad y el material que pasa los tamices de N°10, N°40 y N°200.

De acuerdo al sistema AASHTO, los suelos se clasifican en 8 grupos, las cuales son del A-1 al A-7. Los suelos que están comprendidos en los grupos A1, A2 y A3 que se obtiene material granular, lo cual se caracteriza que un 35% pasen por el tamiz N° 200 y en el otro grupo que están entre A-4, A-5, A-6 y A-7 que vienen a ser suelos en donde la muestra pasa más del 35% por el tamiz N° 200. Se debe de tener en cuenta que en el grupo A-7 se incluyen 2 variedades de suelos. Para el A-7-5, el índice de su plasticidad es  $\leq$  que el límite líquido tiene que ser menor a 30. Para el tipo A-7-6, el índice de plasticidad es  $\geq$  que el límite líquido menos el 30 (Valencia, 2010, p. 77). Por medio, de la determinación de suelos mediante el método AASHTO, los suelos granulares para el autor Gualán (2014), es el material fino en donde pasa el 35% o menos por el tamiz de

mallas N° 200 y pertenece a los grupos de A-1, A-2 y A-3. En el grupo A-1 son una combinación del suelo bien graduado, y que contiene poco material de grava, arena, piedra y con material que sea ligante con poco plástico. Así mismo, se encuentra en este sector la combinación que son bien graduadas y que no contienen material que sea ligante. El grupo A-2 se encuentran menos materia de granos que equivale un 35 por ciento de material fino. Y el grupo A-3 está conformada por arena fina de playa y que se conforman con poco limo y casi nada de plasticidad (Meza, 2016, p.45). Respecto a los suelos finos, el grupo A-4 consiste en suelos que son limosos con un determinado de contenido plásticos, presenta al 75 por ciento o más de material granular finos que pasa el tamiz de malla N° 200. En el grupo A-5 vienen a ser los suelos similares al grupo A-4, son de propiedad elásticos y presentan un límite líquido elevado (MTC, 2016, p.37).

Siguiendo la línea de clasificación de suelos, cabe señalar al método SUCS, esta clasificación de los suelos finos y gruesos, son diferenciados por el ensayo de tamizado que se realiza de la muestra que pasa por el tamiz N°200, los suelos finos son menores a la malla N° 200 y los suelos gruesos son mayores al tamiz N° 200. (MTC, 2016, p. 226). Los suelos gruesos en la clasificación SUCS, mediante este grupo se encuentra arenas y gravas, de tal manera que, si más del 50% de la muestra es retenido, es decir queda en el tamiz de malla N°4 será considerado grava, y si pasa lo contrario será arena (R.N.E. 2013, p. 19).

Por otro lado, en los suelos finos en la clasificación SUCS, en la clasificación están los limos orgánicos, los limos inorgánicos, arcillas orgánicas y arcillas inorgánicas, y se toman en consideración un grupo para cada 1 de los mencionado, pero solo si presentan un límite líquido más y menos de 50% (Rodolfi, 2007, p.22).

Cuando el límite líquido es menos del 50% viene a ser suelos de media o baja compresibilidad y se representa por (L) que combinando con los símbolos genéricos se obtienen: arcillas inorgánicas de menos compresibilidad (CL), limos inorgánicos de baja compresibilidad (ML), y limos y arcillas orgánicas de menos compresibilidad (OL). Si el límite líquido es superior al 50% son suelos con mayor compresibilidad y se simboliza por (H) que combinado con los símbolos genéricos se obtiene, arcillas inorgánicas de mayor compresibilidad (CH), limos inorgánicos de alta compresibilidad (MH), y limos y arcillas orgánicas de mayor compresibilidad (OH). Los suelos que son del tipo pantanosos son grupos independientes que se representa por el (Pt) (Sanz, 1975, p.131).

La resistencia de los suelos se da mediante el Ensayo de Penetración Dinámica Ligera este ensayo consiste en realizar una penetración in situ con los respectivos golpes cada 10 centímetros de profundidad. Se realiza este ensayo para obtener la capacidad portante del terreno, además del ángulo de fricción la cual se desarrolla en gabinete (Mith, 2013, p.287)

Teniendo en cuenta y ya teniendo conocimiento de los trabajos previos y las teorías relacionadas al tema podemos cuestionar lo siguiente, ¿Cuál será la zonificación de suelos del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash 2019?

Por consiguiente, como justificación al trabajo de investigación, tiene por finalidad realizar la zonificación de suelos en el sector 1, del Centro Poblado de Cambio Puente, Chimbote – Ancash 2019, según su clasificación mediante los sistemas AASHTO y SUCS, que beneficiará a los pobladores generándoles datos e informes primordiales sobre la zona en estudio para ejecutar la edificación de sus viviendas y consideren estos datos brindados para poder construir con ensayos técnicos y profesionales. Así mismo con la investigación que se realizará se dejará datos significativos para la posterior elaboración y ejecución de la pavimentación en el sector 1 de Cambio Puente, siendo favorecidos por pobladores de dicho lugar.

Se tendrá como beneficio de investigación y servirá para futuras investigaciones que tengan el interés de seguir con fines de los temas relacionados del proyecto de investigación. De esta manera, se tendrá como objetivo general determinar la zonificación de suelos del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash 2019. Para alcanzar el objetivo mencionado es necesario cumplir con los siguientes objetivos específicos: Identificar la caracterización del suelo natural mediante un registro de sondaje, determinar la clasificación del suelo natural mediante la normativa Sucs y Aashto, determinar la capacidad portante del suelo natural y realizar una microzonificación del suelo en el sector.

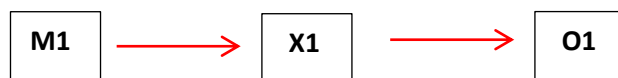
## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

El diseño se estableció una investigación de formato no experimental pues no se realizó ninguna omisión o manipulación de la variable, porque se describió el suelo según su composición encontradas sin alteración alguna que pudiera haber, así como se encontró , así se registró en el transcurso de ejecución de la excavación a la zona de estudio y ejecutando los ensayos en el laboratorio de las normas estandarizadas adquiriendo los resultados requeridos que se empleó como técnica de obtención de datos la observación para así medir y evaluar los aspectos, las dimensiones, o los componentes de la muestra en estudio, realizando los ensayos de laboratorio y el análisis y proceso de datos respectivamente.

#### **2.1.1. Tipo de estudio**

Explicativo porque el investigador evaluó un elemento sin manipularla intencionalmente



Interpretación:

M<sub>1</sub>: Sector 1 del centro poblado de Cambio Puente

X<sub>i</sub>: Zonificación de suelos

O<sub>1</sub>: Resultados

### **2.2. Variables y Operacionalización**

#### **2.2.1. Variables**

##### **2.2.1.1. Variable Independiente**

Zonificación de suelos

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
<b>ZONIFICACIÓN DE SUELOS</b>	“Irigoin (2015), la zonificación de suelos es el plan regulador que organiza de forma integral un área con la cual se plantea el más apto uso del suelo”	“Sobrados (2017), La zonificación de suelos en estudio será determinado de acuerdo a la clasificación, en donde será necesario el conocer la resistencia como la capacidad portante y los tipos de suelos, como es la granulometría del terreno, luego límites de consistencia del suelo; estos datos se obtienen mediante la observación y diversos ensayos de laboratorio sustentadas técnicamente bajo las normas ASTM y NTP de modo que faciliten la clasificación de suelos según los sistemas SUCS y AASHTO”.	TIPO DE SUELO	Análisis Granulométrico	Nominal
				Limite Liquido	
				Limite Plástico	
				Índice de Plasticidad	
			RESISTENCIA DEL SUELO	Capacidad Portante	

## **2.3. Población y Muestra**

### **2.3.1. Población**

La población está constituida por la demarcación geográfica del sector 1 está dividido en 6 sub sectores (1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F) del Centro Poblado de Cambio Puente y que pertenece a la provincia del Santa de la región Ancash, con un área territorial aproximada de 701,921.47m<sup>2</sup>.

### **2.3.2. Muestra**

“La muestra que tuvo este desarrollo fue considerada basándose en la **tabla N°6 del Artículo 11 de la Norma Técnica Peruana E 0.50**, por lo que establece y menciona que se realiza 3 calicatas por ha de terreno habilitado . Es por ello que se realizó 18 calicatas, cada una de ella de dimensiones de 1m x 1m y una profundidad de dimensión variable para determinar el resultado que representará l dimensión del área del suelo en análisis”.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica de recolección de datos**

Se utilizó para la presente investigación será la de la observación.

Esta técnica se ejecutó y llevo a cabo durante la etapa de exploración e inspección del terreno que se observó y obtuvo la profundidad de los estratos; posteriormente se hizo el análisis preliminar del estrato estableciendo sus características físicas del suelo, también se realizó la toma fotográfica del procedimiento de excavación, muestreo y todos los datos e información primordiales; se identificó el color del suelo, la profundidad de los estratos, y su textura del terreno así mismo los acontecimientos fundamentales que pudieron generar cambios al objetivo de estudio.

### **Instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos estuvieron basados en protocolos que se utilizó como recurso para así poder registrar información sobre las características físicas diferentes que se encuentren en el suelo en estudio, estos instrumentos son formatos que son utilizados en el laboratorio y que sirven para facilitar el manejo



de información que se registró cuando se realizó el trabajo y el análisis pertinente en gabinete. Estos formatos están sustentados y validados técnicamente por las siguientes normas:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421).
- Límites de consistencia de Atterberg (ASTM – D4318).
- Contenido de humedad (ASTM – D2216).
- Penetración dinámica ligera (ASTM- D339.15)

## **2.5.Métodos de análisis de datos**

Fue de enfoque descriptivo, este proceso de registro de información fue llenando protocolos válidos, datos que serán ingresado al software Excel y así obtener los resultados de forma más rápida.

Al iniciar el procedimiento de explorar el área se tomó una unidad de muestra para después realizar los diversos ensayos requeridos, por la razón de poder determinar su composición, toda la información y obtener las propiedades necesarias y requeridas del suelo en análisis.

## **2.6.Procedimiento**

### **a) Registro de Exploración de campo:**

Para poder obtener los resultados requeridos, se necesitó realizar el registro de sondaje, esto se hizo mediante la exploración y el estudio del terreno, utilizando como técnica de investigación la técnica de calicatas, en donde se realizó la excavación en el terreno (que será de 1m x 1m) por una determinada profundidad que será variable, de tal modo que se permitió la observación directa del terreno en estudio y se iba registrando todo en los formatos de registro de información de toda la exploración de campo que pueda dar información relevante para los resultados de nuestra investigación, como por ejemplo el espesor del estrato que se llegó a encontrar, color, textura o alguna característica diferente que afecte de alguna forma o modifique la estratigrafía del suelo o la de sus características.”

**b) Análisis granulométrico por tamizado:**

Para determinar el análisis granulométrico se inició realizando el peso total de la muestra antes del tamizado para posteriormente colocar las muestras en los tamices que estuvieron colocados de forma descendente empezando por la malla de número 2 ½” hasta la malla número 200, así se realizó este proceso con todas las muestras, y se obtuvo los valores de los pesos en porcentajes con respecto a el peso de la muestra inicial total, estos datos fueron ingresados en una hoja de cálculo (Excel) para poder obtener la curva de granulometría y de esa forma poder clasificarlos según los sistemas AASHTO y SUCS.

**c) Límites de consistencia de Atterberg:**

Las muestras que se recolectaron fueron de la conformación de los estratos que se obtuvieron de cada calicata que se hizo en el Sector 1 del centro poblado de Cambio Puente, las cuales fueron llevadas al laboratorio de suelos para determinar el porcentaje de la muestra seco y húmedo, luego colocamos un porcentaje de la muestra en el equipo Casagrande, el cual nos dio como resultado el índice de humedad de la muestra colocada, posteriormente pesamos las muestras en las taras para luego ser secadas en el horno, obtenido los resultados que arroja el equipo, ingresamos los datos en una hoja de cálculo Excel para determinar la gráfica de consistencia y así determinar el valor del límite líquido de la muestra, también pudimos obtener el límite plástico en la gráfica y así también obtuvimos su índice de plasticidad en porcentaje (%).

**d) Penetración Dinámica Ligera**

El ensayo de penetración dinámica ligera se registró en el campo de estudio las cuales están divididas en seis sub sectores. En cada sub sector se registró un ensayo de DPL obteniendo así las capacidades portantes que tiene cada sub sector con fines de cimentaciones. Las cuales permitieron clasificar el terreno si es BUENO, REGULAR o MALO para ello la clasificación es la siguiente:

La capacidad portante del terreno de 0 a 0.5 es mala, de 0.5 a 1 es regular, de 1 a 2 es buena, de 2 a 3 es muy buena, de 3 a más es excelente.

## **2.7.Aspectos Éticos**

### **Responsabilidad Social**

La única finalidad de realizar este proyecto de investigación es el de poder beneficiar a una parte de la población de cambio puente, específicamente en el Sector 1, aportando información que puedan usar los pobladores para una mejor ejecución al momento de realizar la fundación de sus viviendas o para la posterior pavimentación que se pueda realizar en dicho lugar.

### **Responsabilidad Ambiental**

Se tomó en consideración todo el impacto que pueda causar al medio ambiente al momento de realizar las calicatas para los ensayos, para así disminuir contaminación lo más posible al medio ambiente.

### **Ética**

Toda la recolección y registro de datos, fueron tal y como se encontró al momento de la obtención.


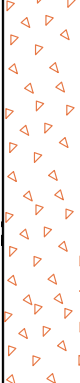


### **Honestidad**

Todo registro de datos que se realizó en esta investigación será verídico, no se realizará ninguna omisión por ningún motivo, ni económico, social político u otra razón.

### III. RESULTADOS

Primer objetivo específico: Identificar la caracterización del suelo natural mediante un registro de sondaje en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash.



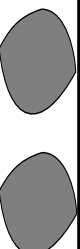
**Cuadro N° 01**  
Estratigrafía calicata - 01

CALICATA: 01 PROFUNDIDAD: 0.80 mts NIVEL FREATICO: N.P.							
Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.70	L	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige amarillento, Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	I						
	C						
	A						
	T					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	
	A						

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** De acuerdo a la normativa de Registro de Sondaje se da mediante la excavación para verificar los estratos que componen el suelo encontrándose en el perfil estratigráfico N°01, hasta 0.80 metros de profundidad las siguientes características: a 0.10m Limo contaminado M-1. A 0.70 metros arena mal graduada SP. A más profundidad Roca tipo granito. Las cuales demuestran que este suelo superficial es una arena mal graduada con presencia de rocas que se ha detallado en el cuadro correspondiente.



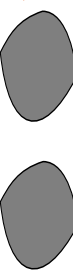
**Cuadro N° 02**  
Estratigrafía calicata - 02

<b>CALICATA:</b> 02 <b>PROFUNDIDAD:</b> 0.90 mts <b>NIVEL FREATICO:</b> N.P.							
Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.80	L I C A	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	T A					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** Así mismo con la normativa de Registro de Sondaje en el perfil estratigráfico N°02 se encontraron los siguientes factores; hasta 0.90 metros de profundidad las siguientes características: a 0.10 Limo contaminado M-1. A 0.80 metros arena mal graduada SP. Se registró Roca tipo granito. Las cuales demuestran que este suelo superficial es una arena mal graduada con presencia de Rocas que se ha detallado en el cuadro correspondiente.


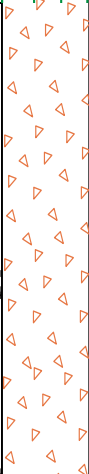
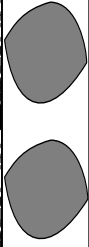
**Cuadro N° 03**  
**Estratigrafía calicata - 03**

CALICATA: 03 PROFUNDIDAD: 1.00 mts NIVEL FREATICO: N.P.							
Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.90	L I C A	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	T A					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** Para el tercer registro de sondaje con los parámetros de la normativa. en el perfil estratigráfico N°03 se determinó que; hasta 1.00 metro de profundidad las siguientes características del suelo: a 0.10 Limo contaminado M-1. A 0.90 metros arena mal graduada SP. Se registró Roca tipo granito. Así también demuestran que este suelo superficial es una arena mal graduada con presencia de Rocas.



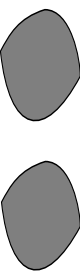
**Cuadro N° 04**  
Estratigrafía calicata – 04

<b>CALICATA:</b> 04 <b>PROFUNDIDAD:</b> 0.90 mts <b>NIVEL FREATICO:</b> N.P.							
Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.80	L I C A	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	T A					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** Para el cuarto registro de sondaje y siguiendo los parámetros de la normativa. El perfil estratigráfico N°04 se determinó las siguientes características del suelo; hasta 0.90 metro de profundidad: A 0.10 Limo contaminado M-1. A 0.80 metros arena mal graduada SP. Se registró Roca tipo granito. Así también demuestran que este suelo superficial es una arena mal graduada con presencia de Rocas.

**Cuadro N° 05**  
**Estratigrafía calicata - 05**



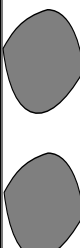
CALICATA: 05      PROFUNDIDAD: 1.00 mts      NIVEL FREATICO: N.P.							
Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.90	L	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	I						
	C						
	A						
	T					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	
	A						

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** Para el quinto registro de sondaje según la normativa. El perfil estratigráfico N°05 demuestra los siguientes estratos del suelo; hasta 1.00 metro de profundidad: A 0.10 Limo contaminado M-1. A 0.90 metros arena mal graduada SP. Se registró Roca tipo granito. Así también demuestran que este suelo superficial es una arena mal graduada con presencia de Rocas.



**Cuadro N° 06**  
Estratigrafía calicata - 06

CALICATA: 06      PROFUNDIDAD: 0.90 mts      NIVEL FREATICO: N.P.							
Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.80	L	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	I						
	C						
	A						
	T					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	
	A						

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** Para el sexto registro de sondaje de acuerdo a la normativa. Se realizó el perfil estratigráfico N°06 donde se registraron los siguientes estratos del suelo; hasta 0.90 metros de profundidad: A 0.10 Limo contaminado M-1. A 0.80 metros arena mal graduada SP. Se registró Roca tipo granito. Así también demuestran que este suelo superficial es una arena mal graduada con presencia de Rocas tal y como se detalla en el cuadro correspondiente.

Segundo objetivo específico: Determinar la clasificación del suelo natural mediante la normativa Sucs y Aashto en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash.

**Tabla N° 01**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-1  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,592.70 [gr]			Peso final: 1,592.70 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	1.39	0.1%	0.1%	99.9%
1/4"	6.350	8.65	0.5%	0.6%	99.4%
N° 4	4.750	11.96	0.8%	1.4%	98.6%
N° 8	2.360	20.60	1.3%	2.7%	97.3%
N° 10	2.000	152.60	9.6%	12.3%	87.7%
N° 16	1.190	10.32	0.6%	12.9%	87.1%
N° 20	0.840	159.33	10.0%	22.9%	77.1%
N° 30	0.595	86.83	5.5%	28.4%	71.6%
N° 40	0.425	59.66	3.7%	32.1%	67.9%
N° 50	0.297	71.60	4.5%	36.6%	63.4%
N° 100	0.106	815.00	51.2%	87.8%	12.2%
N° 200	0.075	153.50	9.6%	97.4%	2.6%
Pasa 200		41.26	2.6%	100.0%	0.0%
Total		1,592.70			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 02**

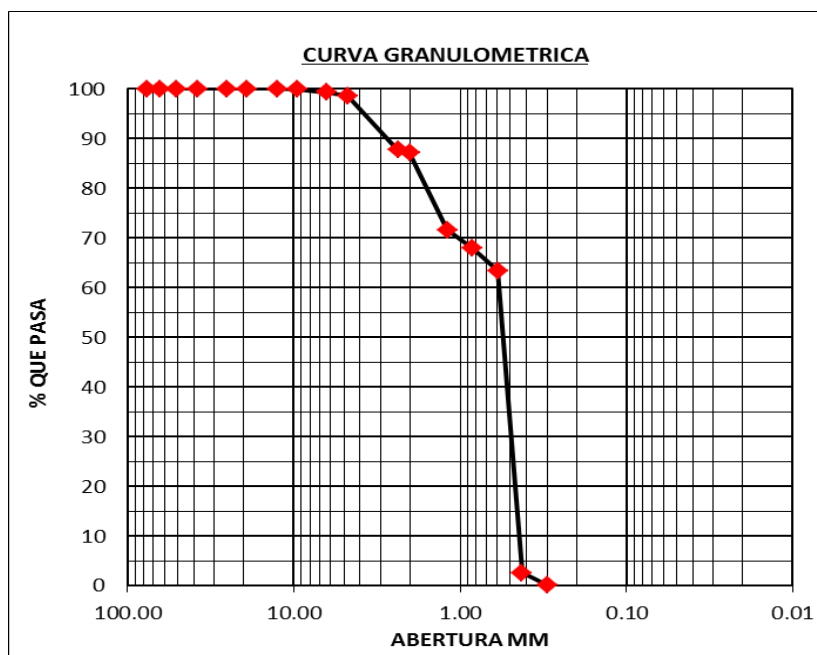
Índice de plasticidad Calicata N° 01

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	1.38%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	96.03%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.59%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 07

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 01



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (96.03%), segundo las gravas (1.38%) y tercero los finos (2.59%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 03

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 01

<b>HUMEDAD</b>	<b>3.35</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 3.35 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 04**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-2  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,507.47 [gr]			Peso final: 1,507.47 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	8.30	0.6%	0.6%	99.4%
1/4"	6.350	35.90	2.4%	2.9%	97.1%
N° 4	4.750	26.30	1.7%	4.7%	95.3%
N° 8	2.360	76.20	5.1%	9.7%	90.3%
N° 10	2.000	134.50	8.9%	18.7%	81.3%
N° 16	1.190	98.20	6.5%	25.2%	74.8%
N° 20	0.840	166.30	11.0%	36.2%	63.8%
N° 30	0.595	86.70	5.8%	42.0%	58.0%
N° 40	0.425	142.50	9.5%	51.4%	48.6%
N° 50	0.297	268.20	17.8%	69.2%	30.8%
N° 100	0.106	344.17	22.8%	92.0%	8.0%
N° 200	0.075	89.30	5.9%	98.0%	2.0%
Pasa 200		30.90	2.0%	100.0%	0.0%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 05**

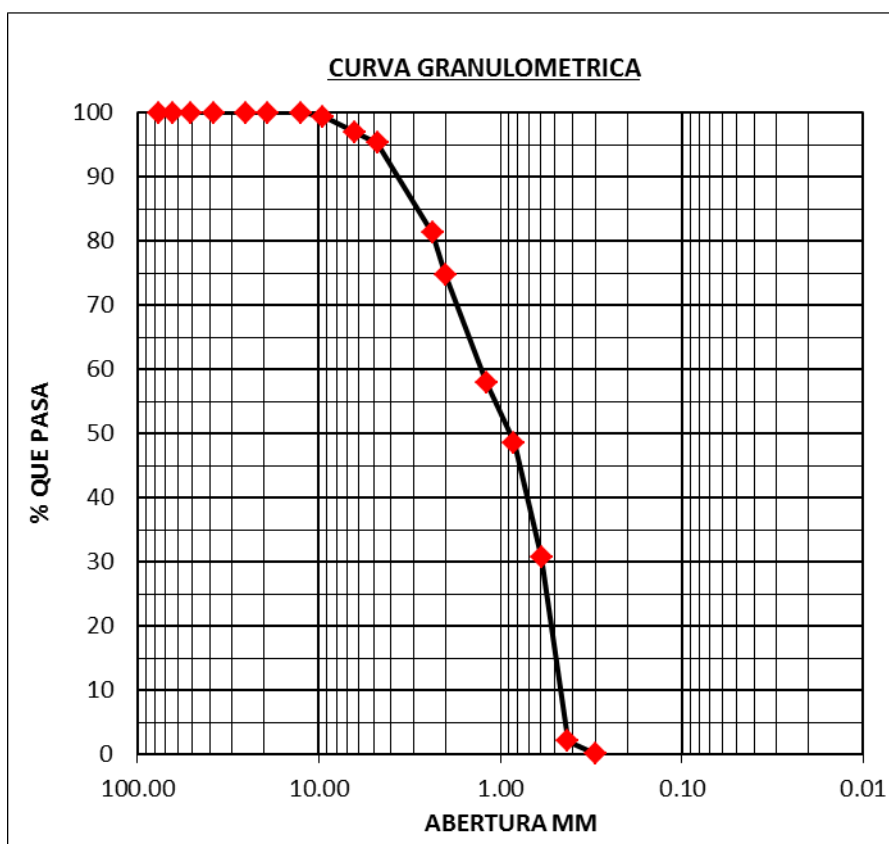
Índice de plasticidad Calicata N° 02

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	4.68%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	93.27%
Índice Plástico	N.P		Finos	2.05%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 08

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 02



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (93.27%), segundo las gravas (4.68%) y tercero los finos (2.05%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 06

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 02

<b>HUMEDAD</b>	<b>2.84</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-1-b</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 2.84 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 07**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-3  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,455.92 [gr]			Peso final: 1,455.92 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	5.30	0.4%	0.4%	99.6%
1/4"	6.350	23.50	1.6%	2.0%	98.0%
N° 4	4.750	12.40	0.9%	2.8%	97.2%
N° 8	2.360	35.20	2.4%	5.2%	94.8%
N° 10	2.000	116.80	8.0%	13.3%	86.7%
N° 16	1.190	65.20	4.5%	17.7%	82.3%
N° 20	0.840	92.50	6.4%	24.1%	75.9%
N° 30	0.595	76.90	5.3%	29.4%	70.6%
N° 40	0.425	98.20	6.7%	36.1%	63.9%
N° 50	0.297	352.40	24.2%	60.3%	39.7%
N° 100	0.106	466.20	32.0%	92.4%	7.6%
N° 200	0.075	76.20	5.2%	97.6%	2.4%
Pasa 200		35.12	2.4%	100.0%	0.0%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 08**

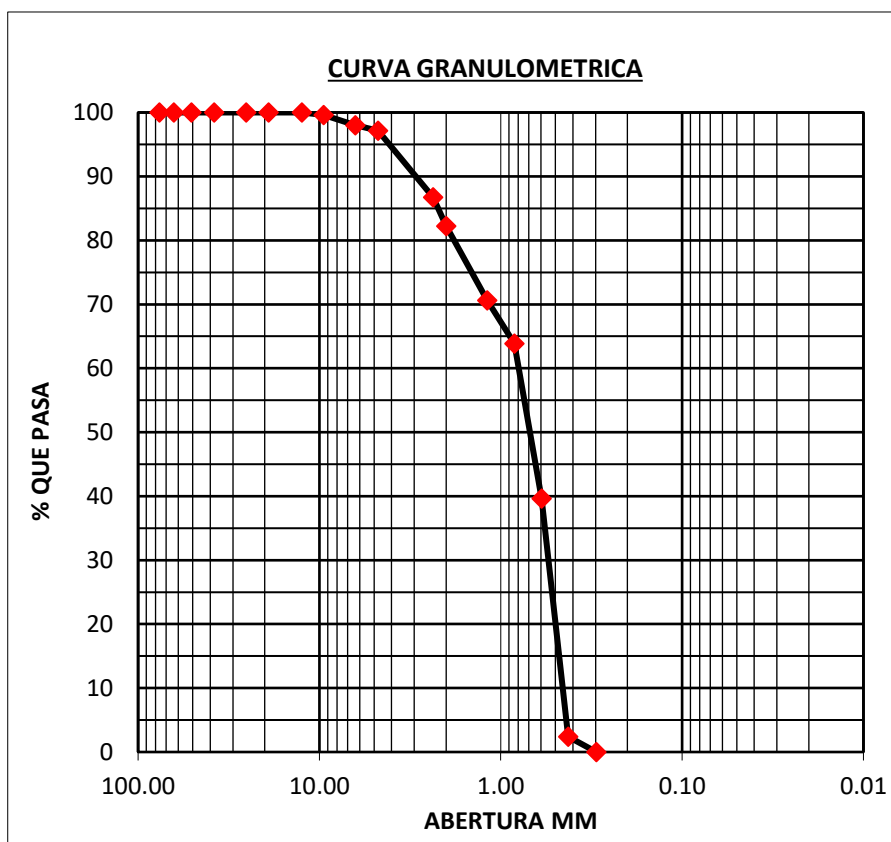
Índice de plasticidad Calicata N° 03

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	2.83%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	94.76%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.41%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 09

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 03



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (94.76%), segundo las gravas (2.83%) y tercero los finos (2.41%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 09

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 03

<b>HUMEDAD</b>	<b>3.77</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 3.77 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 10**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-4  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,268.59 [gr]			Peso final: 1,268.59 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.55	0.3%	0.3%	99.7%
1/4"	6.350	10.39	0.8%	1.1%	98.9%
N° 4	4.750	8.11	0.6%	1.7%	98.3%
N° 8	2.360	20.36	1.6%	3.3%	96.7%
N° 10	2.000	107.84	8.5%	11.8%	88.2%
N° 16	1.190	12.46	1.0%	12.8%	87.2%
N° 20	0.840	134.11	10.6%	23.4%	76.6%
N° 30	0.595	72.32	5.7%	29.1%	70.9%
N° 40	0.425	54.27	4.3%	33.4%	66.6%
N° 50	0.297	370.00	29.2%	62.5%	37.5%
N° 100	0.106	395.00	31.1%	93.7%	6.3%
N° 200	0.075	66.06	5.2%	98.9%	1.1%
Pasa 200		14.12	1.1%	100.0%	0.0%
Total		1,268.59			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 11**

Índice de plasticidad Calicata N° 04

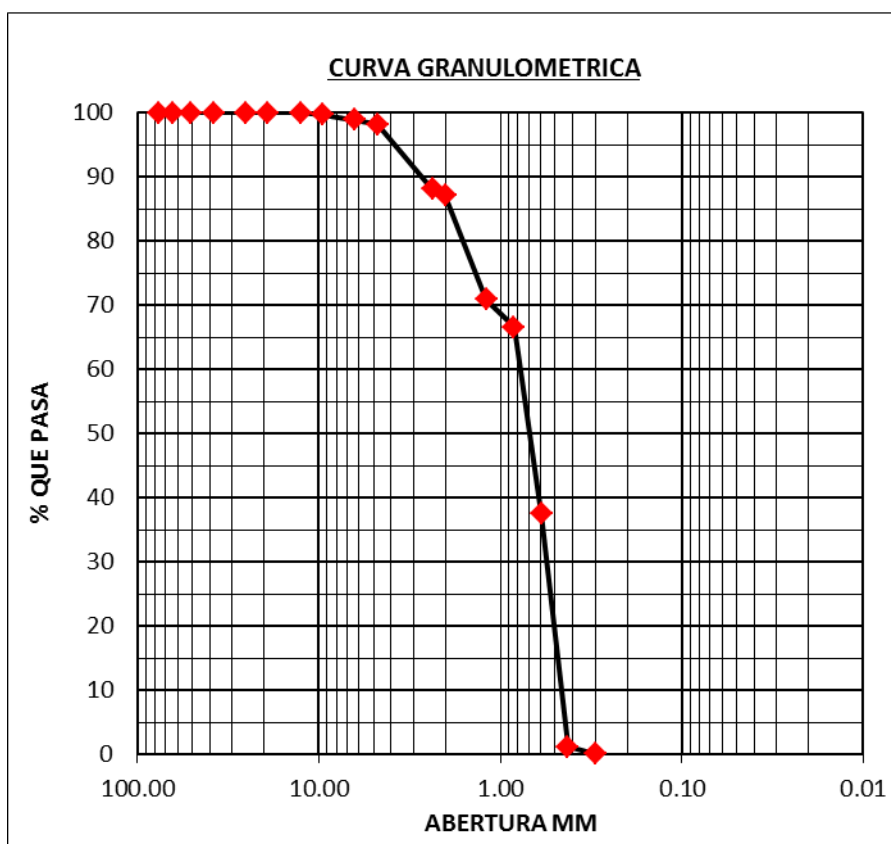
RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	1.74%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	97.15%
Índice Plástico	N.P.		Finos	1.11%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB



### Gráfico N° 10

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 04



**Tabla N° 13**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-5  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,400.80 [gr]			Peso final: 1,400.80 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0%
1/4"	6.350	13.05	0.9%	0.9%	99.1%
N° 4	4.750	27.49	2.0%	2.9%	97.1%
N° 8	2.360	22.30	1.6%	4.5%	95.5%
N° 10	2.000	450.03	32.1%	36.6%	63.4%
N° 16	1.190	11.23	0.8%	37.4%	62.6%
N° 20	0.840	394.00	28.1%	65.5%	34.5%
N° 30	0.595	182.31	13.0%	78.6%	21.4%
N° 40	0.425	86.79	6.2%	84.8%	15.2%
N° 50	0.297	85.91	6.1%	90.9%	9.1%
N° 100	0.106	96.86	6.9%	97.8%	2.2%
N° 200	0.075	23.95	1.7%	99.5%	0.5%
Pasa 200		6.88	0.5%	100.0%	0.0%
Total		1,400.80			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 14**

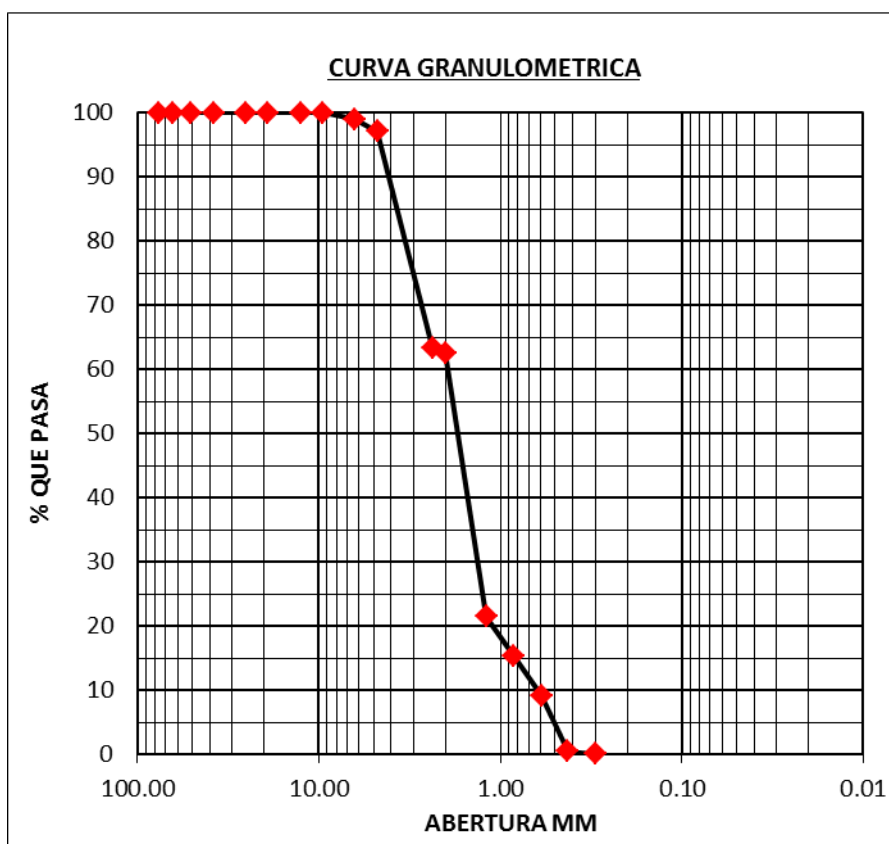
Índice de plasticidad Calicata N° 05

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	2.89%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	96.61%
Índice Plástico	N.P		Finos	0.49%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Gráfico N° 11**

Tamizado Granulométrico Calicata N° 05



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (96.61%), segundo las gravas (2.89%) y tercero los finos (0.49%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

**Tabla N° 15**

Análisis Granulométrico Calicata N° 05

HUMEDAD	1.08
CLASIFICACIÓN SUCS	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-3
IP	NP

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 1.08 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 16**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-6  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,483.45 [gr]			Peso final: 1,483.45 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.00			
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	10.45	0.7%	0.7%	99.3%
1/4"	6.350	16.30	1.1%	1.8%	98.2%
N° 4	4.750	32.50	2.2%	4.0%	96.0%
N° 8	2.360	42.20	2.8%	6.8%	93.2%
N° 10	2.000	152.20	10.3%	17.1%	82.9%
N° 16	1.190	96.30	6.5%	23.6%	76.4%
N° 20	0.840	235.20	15.9%	39.4%	60.6%
N° 30	0.595	165.20	11.1%	50.6%	49.4%
N° 40	0.425	98.20	6.6%	57.2%	42.8%
N° 50	0.297	155.20	10.5%	67.7%	32.3%
N° 100	0.106	179.20	12.1%	79.7%	20.3%
N° 200	0.075	265.30	17.9%	97.6%	2.4%
Pasa 200		35.20	2.4%	100.0%	0.0%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 17**

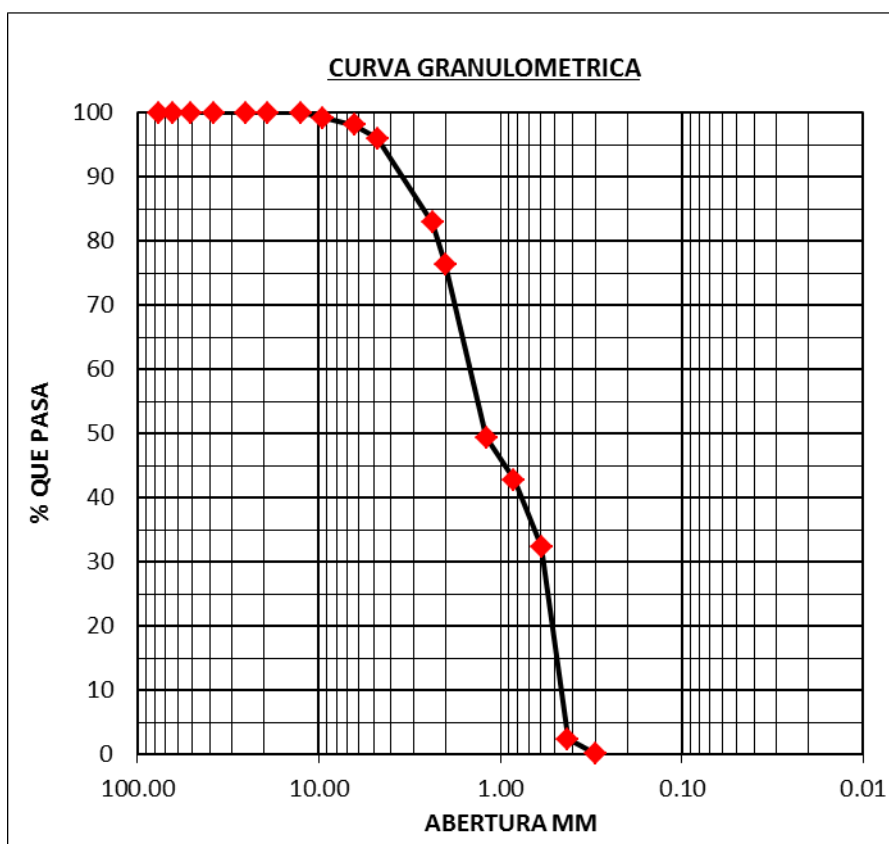
Índice de plasticidad Calicata N° 06

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	3.99%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	93.63%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.37%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 12

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 06



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (93.63%), segundo las gravas (3.99%) y tercero los finos (2.37%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 18

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 06

<b>HUMEDAD</b>	<b>1.08</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 1.08 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 19**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-7  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,592.70 [gr]			Peso final: 1,596.18 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.39	0.2%	0.2%	99.8%
1/4"	6.350	11.11	0.7%	0.9%	99.1%
N° 4	4.750	12.97	0.8%	1.7%	98.3%
N° 8	2.360	20.60	1.3%	3.0%	97.0%
N° 10	2.000	152.60	9.6%	12.6%	87.4%
N° 16	1.190	10.32	0.6%	13.2%	86.8%
N° 20	0.840	159.33	10.0%	23.3%	76.7%
N° 30	0.595	86.83	5.5%	28.7%	71.3%
N° 40	0.425	59.66	3.7%	32.4%	67.6%
N° 50	0.297	71.60	4.5%	36.9%	63.1%
N° 100	0.106	815.00	51.2%	88.1%	11.9%
N° 200	0.075	151.51	9.5%	97.6%	2.4%
Pasa 200		41.26	2.6%	100.2%	0.2%
Total		1,596.18			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 20**

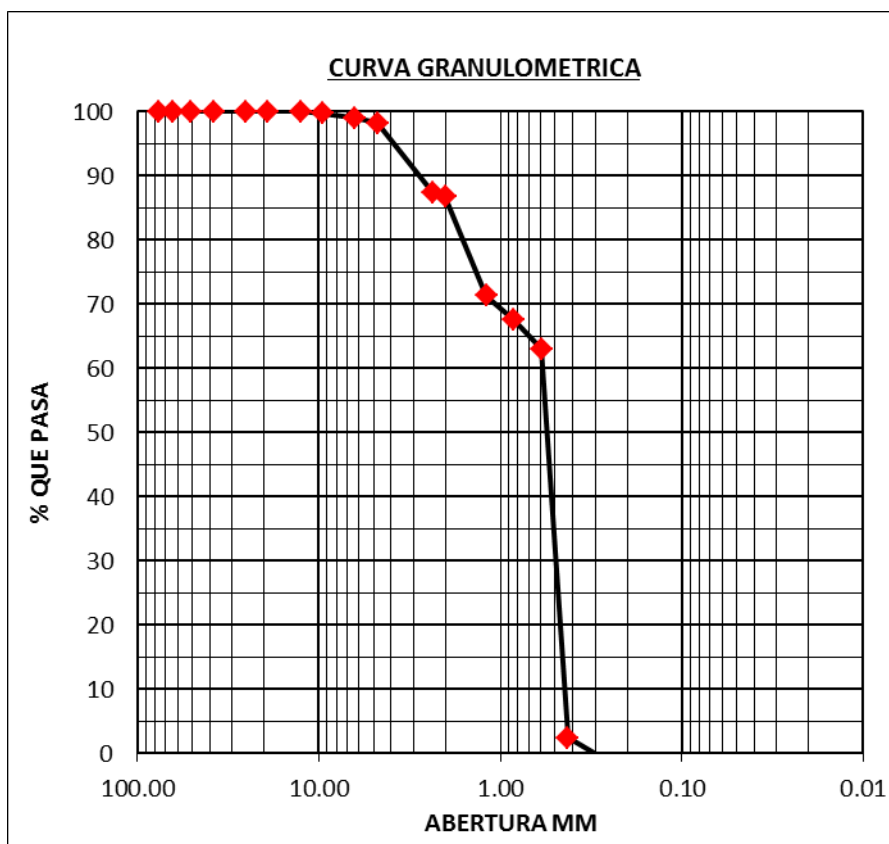
Índice de plasticidad Calicata N° 07

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	1.72%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	95.90%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.37%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Gráfico N° 13**

Tamizado Granulométrico Calicata N° 07



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (95.90%), segundo las gravas (1.72%) y tercero los finos (2.37%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

**Tabla N° 21**

Análisis Granulométrico Calicata N° 07

<b>HUMEDAD</b>	<b>4.04</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 4.04 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 22**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-8  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,507.47 [gr]			Peso final: 1,507.35 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	8.38	0.6%	0.6%	99.4%
1/4"	6.350	35.50	2.4%	2.9%	97.1%
N° 4	4.750	24.30	1.6%	4.5%	95.5%
N° 8	2.360	76.20	5.1%	9.6%	90.4%
N° 10	2.000	134.50	8.9%	18.5%	81.5%
N° 16	1.190	98.20	6.5%	25.0%	75.0%
N° 20	0.840	166.30	11.0%	36.0%	64.0%
N° 30	0.595	86.70	5.8%	41.8%	58.2%
N° 40	0.425	142.50	9.5%	51.3%	48.7%
N° 50	0.297	268.20	17.8%	69.0%	31.0%
N° 100	0.106	344.17	22.8%	91.9%	8.1%
N° 200	0.075	91.50	6.1%	97.9%	2.1%
Pasa 200		30.90	2.0%	100.0%	0.0%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 23**

Índice de plasticidad Calicata N° 08

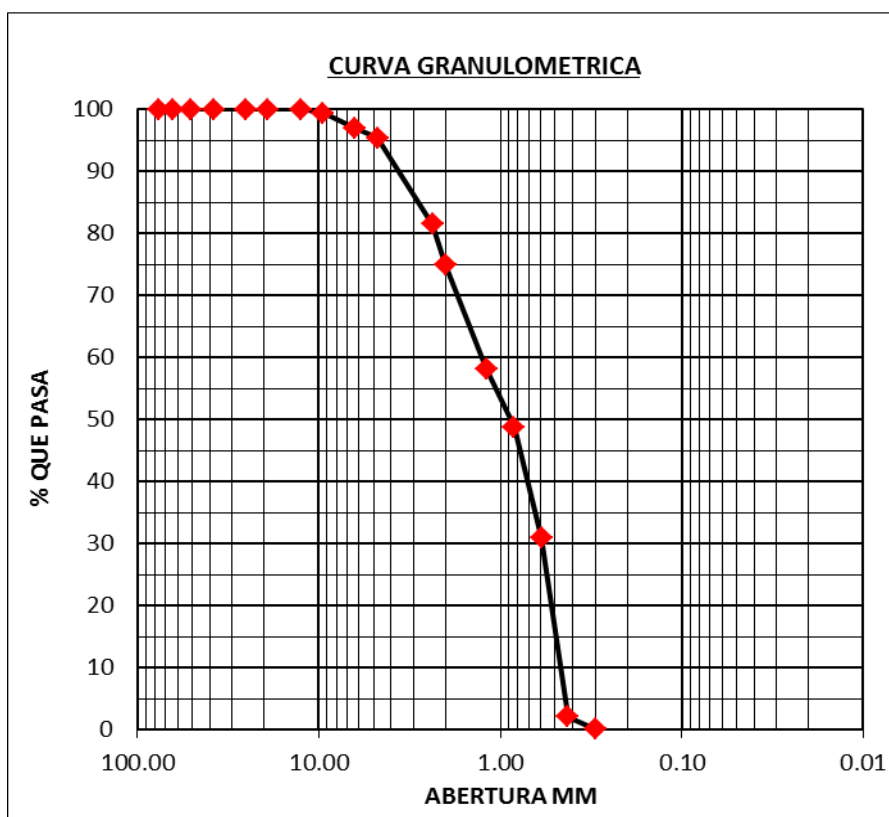
RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	4.52%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	93.42%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.06%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB



**Gráfico N° 14**

Tamizado Granulométrico Calicata N° 08



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (93.42%), segundo las gravas (4.52%) y tercero los finos (2.06%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

**Tabla N° 24**

Análisis Granulométrico Calicata N° 08

HUMEDAD	0.95
CLASIFICACIÓN SUCS	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b
IP	NP

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 0.95 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 25**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-09  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,455.92 [gr]			Peso final: 1,453.28 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	9.76	0.7%	0.7%	99.3%
1/4"	6.350	22.00	1.5%	2.2%	97.8%
N° 4	4.750	12.40	0.9%	3.0%	97.0%
N° 8	2.360	35.20	2.4%	5.5%	94.5%
N° 10	2.000	116.80	8.0%	13.5%	86.5%
N° 16	1.190	65.20	4.5%	18.0%	82.0%
N° 20	0.840	92.50	6.4%	24.3%	75.7%
N° 30	0.595	76.90	5.3%	29.6%	70.4%
N° 40	0.425	98.20	6.7%	36.3%	63.7%
N° 50	0.297	352.40	24.2%	60.5%	39.5%
N° 100	0.106	466.20	32.0%	92.6%	7.4%
N° 200	0.075	70.60	4.8%	97.4%	2.6%
Pasa 200		35.12	2.4%	99.8%	0.2%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 26**

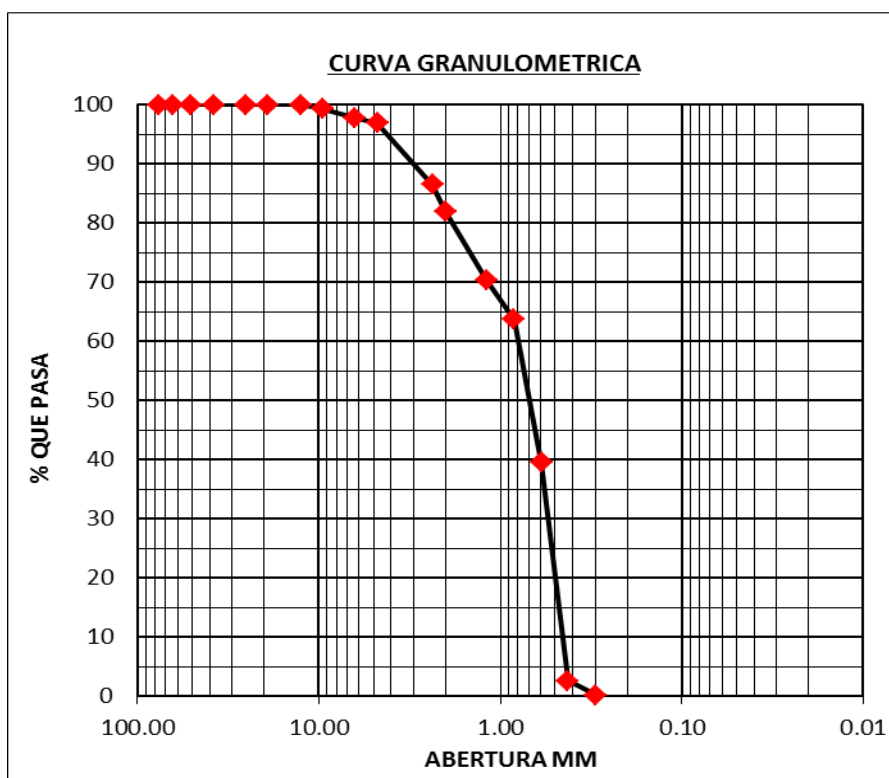
Índice de plasticidad Calicata N° 09

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	3.03%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	94.37%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.59%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 15

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 09



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (94.37%), segundo las gravas (3.03%) y tercero los finos (2.59%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 27

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 09

<b>HUMEDAD</b>	<b>4.52</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 4.52 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 28**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-10  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,268.59 [gr]			Peso final: 1,280.03 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	5.55	0.4%	0.4%	99.6%
1/4"	6.350	9.00	0.7%	1.1%	98.9%
N° 4	4.750	11.00	0.9%	2.0%	98.0%
N° 8	2.360	20.36	1.6%	3.6%	96.4%
N° 10	2.000	107.84	8.5%	12.1%	87.9%
N° 16	1.190	12.46	1.0%	13.1%	86.9%
N° 20	0.840	134.11	10.6%	23.7%	76.3%
N° 30	0.595	72.32	5.7%	29.4%	70.6%
N° 40	0.425	54.27	4.3%	33.7%	66.3%
N° 50	0.297	370.00	29.2%	62.8%	37.2%
N° 100	0.106	395.00	31.1%	94.0%	6.0%
N° 200	0.075	74.00	5.8%	99.8%	0.2%
Pasa 200		14.12	1.1%	100.9%	0.9%
Total		1,280.03			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 29**

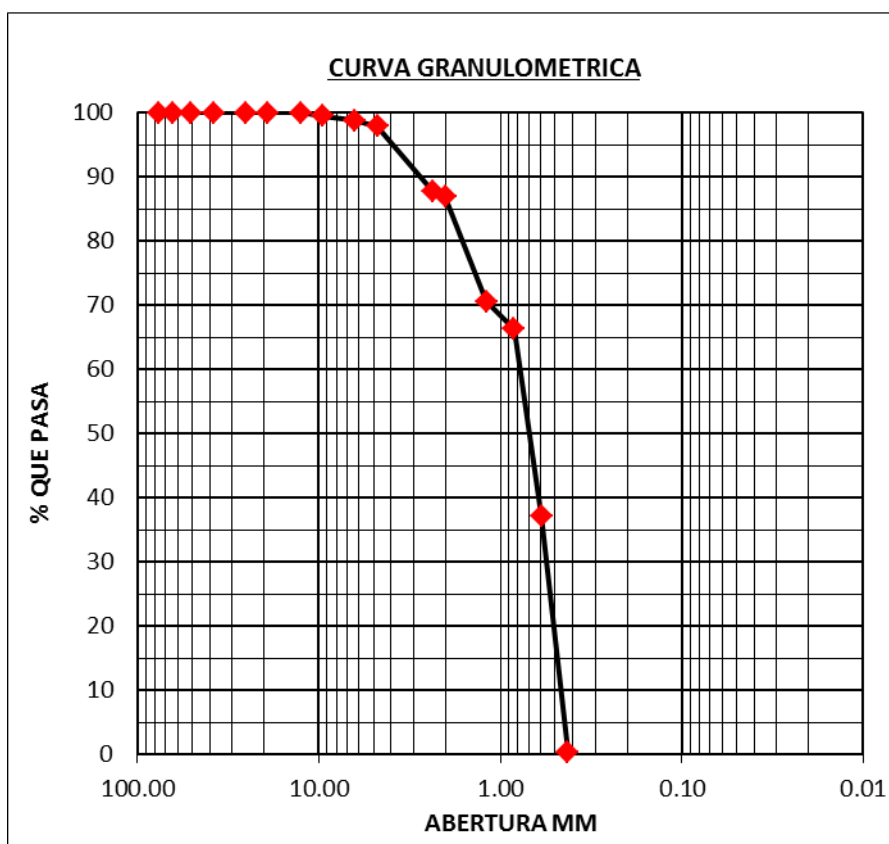
Índice de plasticidad Calicata N° 10

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	2.01%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	99.77%
Índice Plástico	N.P.		Finos	0.21%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 16

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 10



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (97.77%), segundo las gravas (2.01%) y tercero los finos (0.21%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE.

### Tabla N° 30

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 10

<b>HUMEDAD</b>	<b>0.51</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 0.51 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 31**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-11  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,400.80 [gr]			Peso final: 1,401.99 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0%
1/4"	6.350	14.00	1.0%	1.0%	99.0%
N° 4	4.750	25.80	1.8%	2.8%	97.2%
N° 8	2.360	22.30	1.6%	4.4%	95.6%
N° 10	2.000	450.03	32.1%	36.6%	63.4%
N° 16	1.190	11.23	0.8%	37.4%	62.6%
N° 20	0.840	394.00	28.1%	65.5%	34.5%
N° 30	0.595	182.31	13.0%	78.5%	21.5%
N° 40	0.425	86.79	6.2%	84.7%	15.3%
N° 50	0.297	85.91	6.1%	90.8%	9.2%
N° 100	0.106	96.86	6.9%	97.7%	2.3%
N° 200	0.075	25.88	1.8%	99.6%	0.4%
Pasa 200		6.88	0.5%	100.1%	-0.1%
Total		1,401.99			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 32**

Índice de plasticidad Calicata N° 11

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	2.84%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	96.75%
Índice Plástico	N.P.		Finos	0.41%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Tamizado Granulométrico Calicata N° 11

**Tabla N° 33**

<b>HUMEDAD</b>	<b>0.20</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-1-b</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 0.20 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 34**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-12  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,483.45 [gr]			Peso final: 1,479.34 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.00			
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	11.32	0.8%	0.8%	99.2%
1/4"	6.350	16.30	1.1%	1.9%	98.1%
N° 4	4.750	32.22	2.2%	4.0%	96.0%
N° 8	2.360	42.20	2.8%	6.9%	93.1%
N° 10	2.000	152.20	10.3%	17.1%	82.9%
N° 16	1.190	96.30	6.5%	23.6%	76.4%
N° 20	0.840	235.20	15.9%	39.5%	60.5%
N° 30	0.595	165.20	11.1%	50.6%	49.4%
N° 40	0.425	98.20	6.6%	57.2%	42.8%
N° 50	0.297	155.20	10.5%	67.7%	32.3%
N° 100	0.106	179.20	12.1%	79.8%	20.2%
N° 200	0.075	260.60	17.6%	97.4%	2.6%
Pasa 200		35.20	2.4%	99.7%	0.3%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 35**

Índice de plasticidad Calicata N° 12

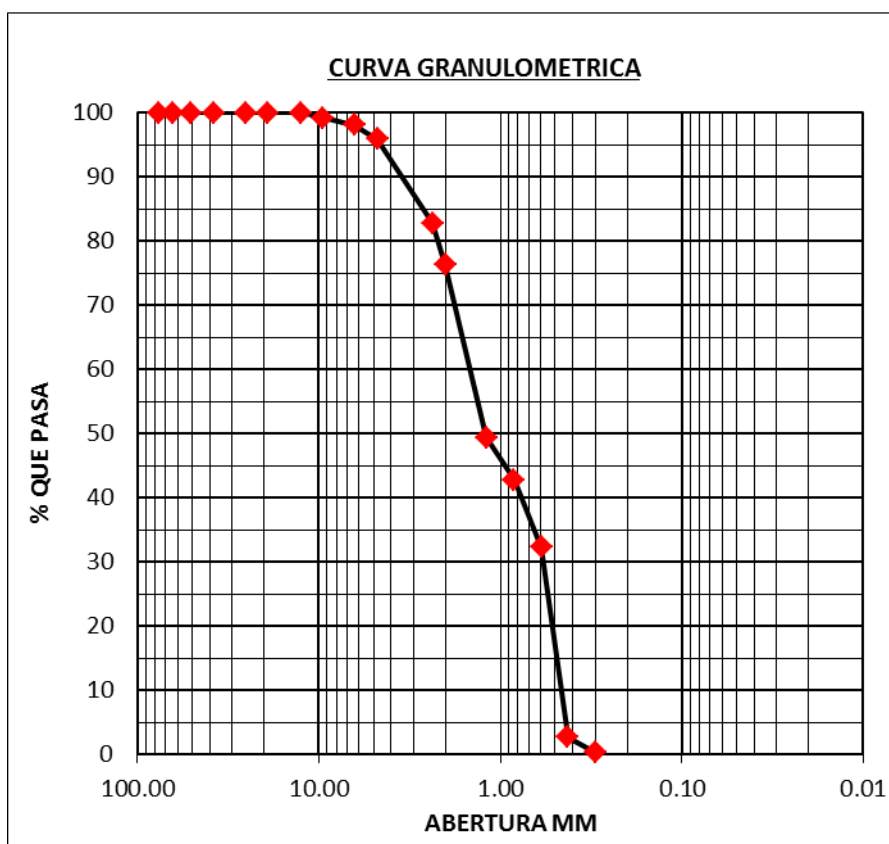
RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	4.03%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	93.32%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.65%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB



### Gráfico N° 18

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 12



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (93.32%), segundo las gravas (4.03%) y tercero los finos (2.65%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 36

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 12

<b>HUMEDAD</b>	<b>4.67</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-1-b</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 4.67 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 37**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-13  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,592.70 [gr]			Peso final: 1,595.18 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.39	0.2%	0.2%	99.8%
1/4"	6.350	11.11	0.7%	0.9%	99.1%
N° 4	4.750	12.97	0.8%	1.7%	98.3%
N° 8	2.360	20.60	1.3%	3.0%	97.0%
N° 10	2.000	152.60	9.6%	12.6%	87.4%
N° 16	1.190	10.32	0.6%	13.2%	86.8%
N° 20	0.840	159.33	10.0%	23.3%	76.7%
N° 30	0.595	86.83	5.5%	28.7%	71.3%
N° 40	0.425	59.66	3.7%	32.4%	67.6%
N° 50	0.297	71.60	4.5%	36.9%	63.1%
N° 100	0.106	815.00	51.2%	88.1%	11.9%
N° 200	0.075	150.51	9.4%	97.6%	2.4%
Pasa 200		41.26	2.6%	100.2%	0.2%
Total		1,595.18			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 38**

Índice de plasticidad Calicata N° 13

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	1.72%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	95.84%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.43%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Tamizado Granulométrico Calicata N° 13

**Tabla N° 39**

<b>HUMEDAD</b>	<b>2.79</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 2.79 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 40**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-14  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,507.47 [gr]			Peso final: 1,505.39 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	7.80	0.5%	0.5%	99.5%
1/4"	6.350	35.50	2.4%	2.9%	97.1%
N° 4	4.750	24.30	1.6%	4.5%	95.5%
N° 8	2.360	76.20	5.1%	9.5%	90.5%
N° 10	2.000	134.50	8.9%	18.5%	81.5%
N° 16	1.190	98.20	6.5%	25.0%	75.0%
N° 20	0.840	166.30	11.0%	36.0%	64.0%
N° 30	0.595	86.70	5.8%	41.8%	58.2%
N° 40	0.425	142.50	9.5%	51.2%	48.8%
N° 50	0.297	268.20	17.8%	69.0%	31.0%
N° 100	0.106	344.17	22.8%	91.8%	8.2%
N° 200	0.075	90.12	6.0%	97.8%	2.2%
Pasa 200		30.90	2.0%	99.9%	0.1%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 41**

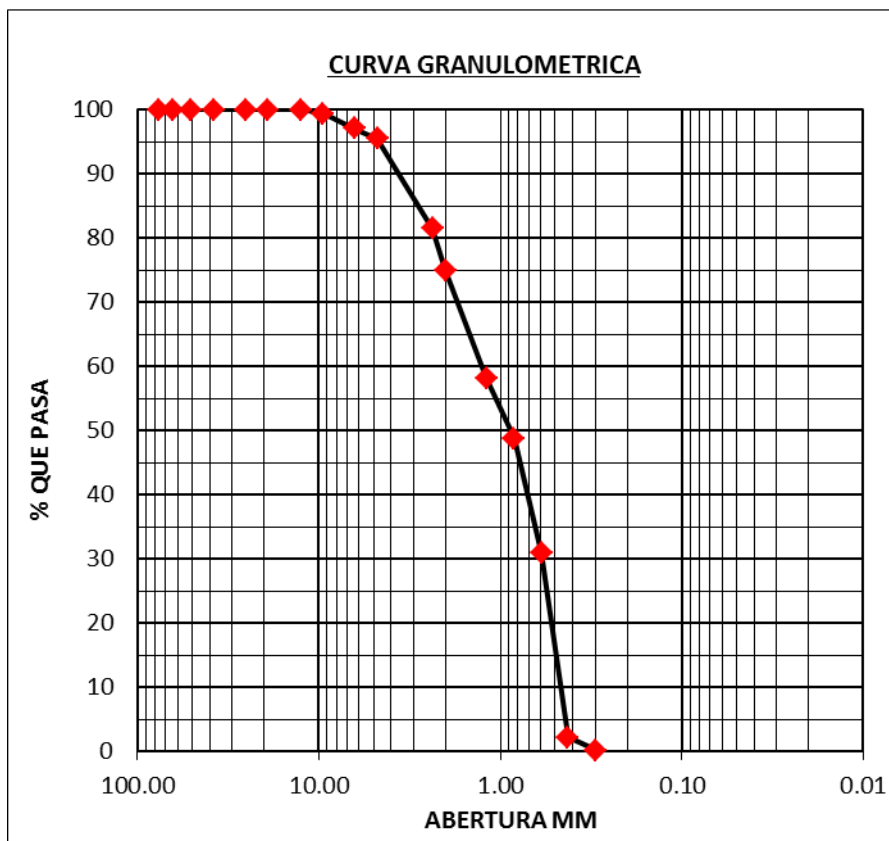
Índice de plasticidad Calicata N° 14

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	4.48%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	93.33%
Índice Plástico	N.P		Finos	2.19%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 20

Tamizado Granulométrico Calicata N° 14



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (93.33%), segundo las gravas (8.98%) y tercero los finos (2.19%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE

### Tabla N° 42

Análisis Granulométrico Calicata N° 14

<b>HUMEDAD</b>	<b>1.89</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-1-b</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 1.89 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 43**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-15  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,455.92 [gr]			Peso final: 1,449.72 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	9.10	0.6%	0.6%	99.4%
1/4"	6.350	21.00	1.4%	2.1%	97.9%
N° 4	4.750	12.00	0.8%	2.9%	97.1%
N° 8	2.360	35.20	2.4%	5.3%	94.7%
N° 10	2.000	116.80	8.0%	13.3%	86.7%
N° 16	1.190	65.20	4.5%	17.8%	82.2%
N° 20	0.840	92.50	6.4%	24.2%	75.8%
N° 30	0.595	76.90	5.3%	29.4%	70.6%
N° 40	0.425	98.20	6.7%	36.2%	63.8%
N° 50	0.297	352.40	24.2%	60.4%	39.6%
N° 100	0.106	466.20	32.0%	92.4%	7.6%
N° 200	0.075	69.10	4.7%	97.2%	2.8%
Pasa 200		35.12	2.4%	99.6%	0.4%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 44**

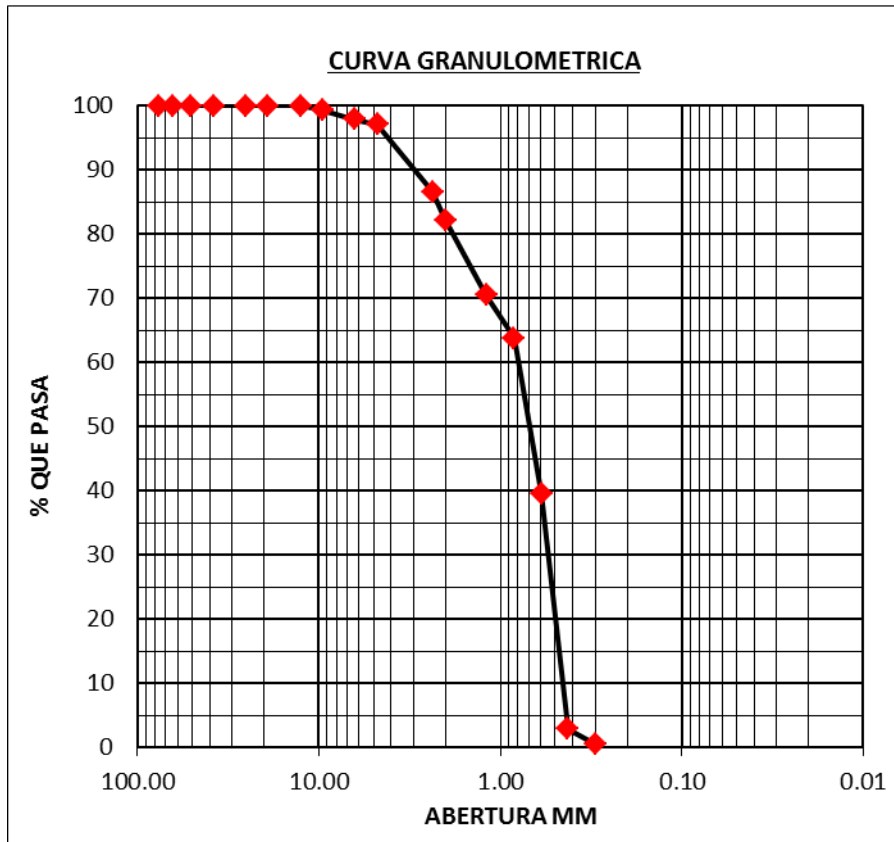
Índice de plasticidad Calicata N° 15

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	2.89%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	94.27%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.84%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Gráfico N° 21**

Tamizado Granulométrico Calicata N° 15



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (94.27%), segundo las gravas (2.84%) y tercero los finos (2.89%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE.

**Tabla N° 45**

Análisis Granulométrico Calicata N° 15

<b>HUMEDAD</b>	<b>3.80</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 3.80 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 46**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-16  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,268.59 [gr]			Peso final: 1,282.50 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	4.22	0.3%	0.3%	99.7%
1/4"	6.350	9.00	0.7%	1.0%	99.0%
N° 4	4.750	12.00	0.9%	2.0%	98.0%
N° 8	2.360	20.36	1.6%	3.6%	96.4%
N° 10	2.000	107.84	8.5%	12.1%	87.9%
N° 16	1.190	12.46	1.0%	13.1%	86.9%
N° 20	0.840	134.11	10.6%	23.6%	76.4%
N° 30	0.595	72.32	5.7%	29.3%	70.7%
N° 40	0.425	54.27	4.3%	33.6%	66.4%
N° 50	0.297	370.00	29.2%	62.8%	37.2%
N° 100	0.106	395.00	31.1%	93.9%	6.1%
N° 200	0.075	76.80	6.1%	100.0%	0.0%
Pasa 200		14.12	1.1%	101.1%	1.1%
Total		1,282.50			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 47**

Índice de plasticidad Calicata N° 16

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	1.99%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	98.00%
Índice Plástico	N.P.		Finos	0.02%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB



### Tamizado Granulométrico Calicata N° 16

**Tabla N° 48**

<b>HUMEDAD</b>	<b>1.41</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-3</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 1.41 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-3 en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 49**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-17  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,400.80 [gr]			Peso final: 1,398.81 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0%
1/4"	6.350	12.00	0.9%	0.9%	99.1%
N° 4	4.750	23.00	1.6%	2.5%	97.5%
N° 8	2.360	22.30	1.6%	4.1%	95.9%
N° 10	2.000	450.03	32.1%	36.2%	63.8%
N° 16	1.190	11.23	0.8%	37.0%	63.0%
N° 20	0.840	394.00	28.1%	65.1%	34.9%
N° 30	0.595	182.31	13.0%	78.2%	21.8%
N° 40	0.425	86.79	6.2%	84.4%	15.6%
N° 50	0.297	85.91	6.1%	90.5%	9.5%
N° 100	0.106	96.86	6.9%	97.4%	2.6%
N° 200	0.075	27.50	2.0%	99.4%	0.6%
Pasa 200		6.88	0.5%	99.9%	0.1%
Total		1,398.81			

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 50**

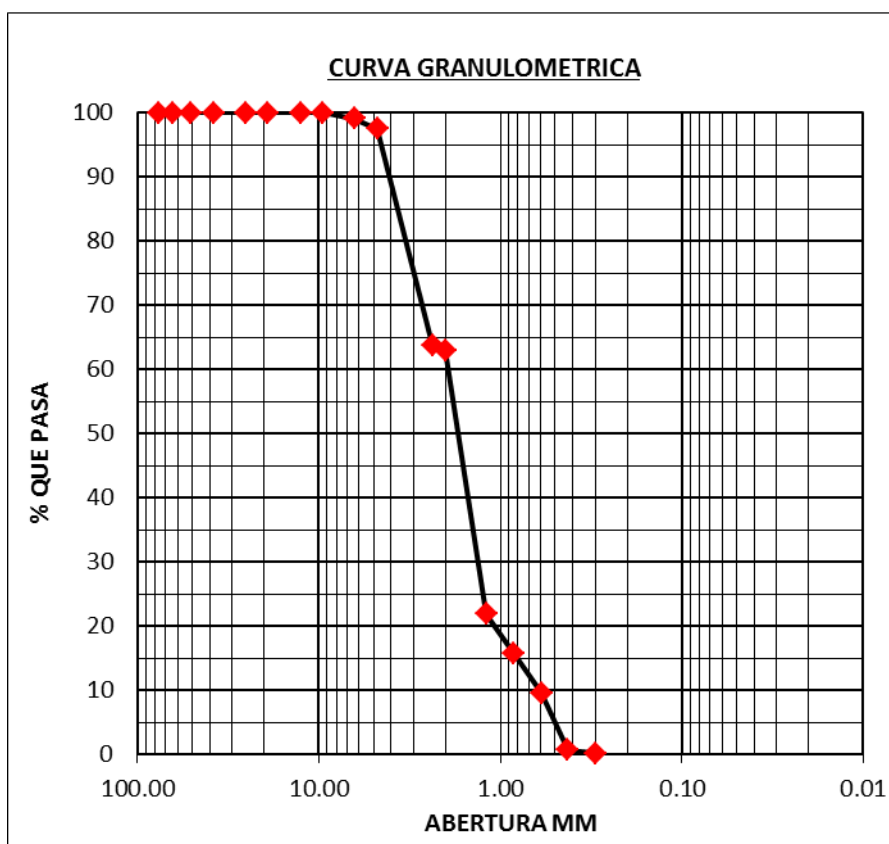
Índice de plasticidad Calicata N° 17

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	2.50%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	96.87%
Índice Plástico	N.P.		Finos	0.63%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 23

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 17



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (96.87%), segundo las gravas (2.50%) y tercero los finos (0.63%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE.

### Tabla N° 51

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 17

<b>HUMEDAD</b>	<b>0.34</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-1-b</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 1.41 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

**Tabla N° 52**

Ensayo de Análisis Granulométrico C-18  
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

Peso inicial: 1,483.45 [gr]			Peso final: 1,479.80 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.00			
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	12.90	0.9%	0.9%	99.1%
1/4"	6.350	16.30	1.1%	2.0%	98.0%
N° 4	4.750	35.80	2.4%	4.4%	95.6%
N° 8	2.360	42.20	2.8%	7.2%	92.8%
N° 10	2.000	152.20	10.3%	17.5%	82.5%
N° 16	1.190	96.30	6.5%	24.0%	76.0%
N° 20	0.840	235.20	15.9%	39.8%	60.2%
N° 30	0.595	165.20	11.1%	51.0%	49.0%
N° 40	0.425	98.20	6.6%	57.6%	42.4%
N° 50	0.297	155.20	10.5%	68.1%	31.9%
N° 100	0.106	179.20	12.1%	80.1%	19.9%
N° 200	0.075	255.90	17.3%	97.4%	2.6%
Pasa 200		35.20	2.4%	99.8%	0.2%
Total					

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 53**

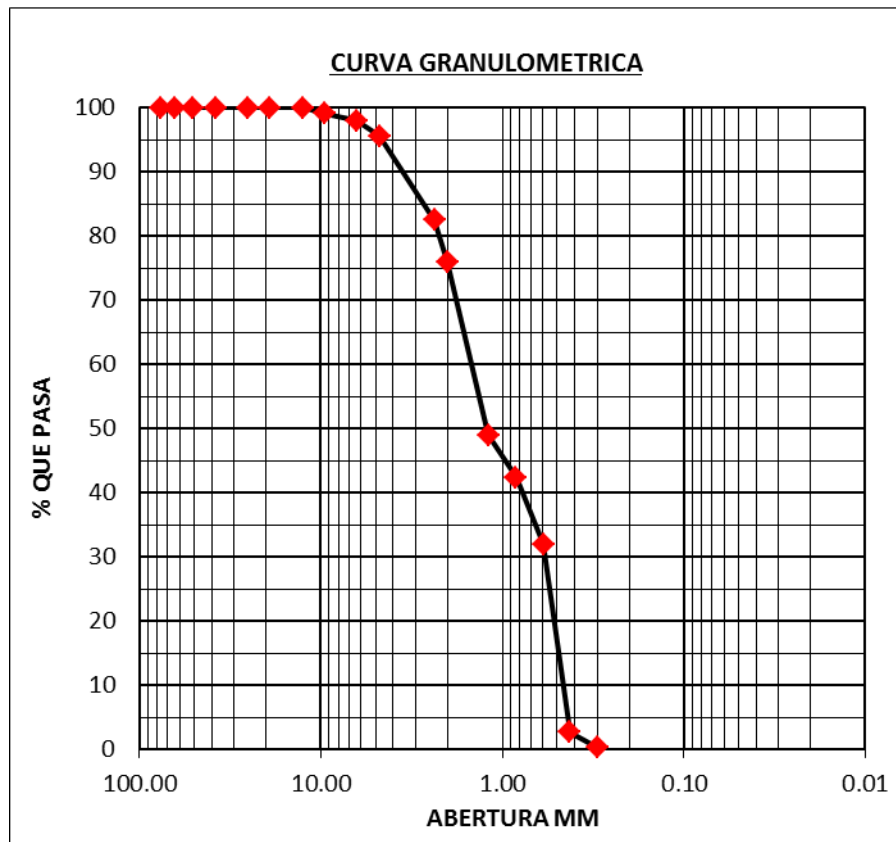
Índice de plasticidad Calicata N° 18

RESULTADOS				
Límite Líquido	N.P.		Gravas	4.38%
Límite Plástico	N.P.		Arenas	93.00%
Índice Plástico	N.P.		Finos	2.63%

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

### Gráfico N° 24

#### Tamizado Granulométrico Calicata N° 18



**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En este objetivo se determinó la granulometría a través del tamizado con la norma ASTM D 422 teniendo como resultado lo siguiente: predominio de las arenas (93%), segundo las gravas (4.38%) y tercero los finos (2.62%) de acuerdo con los parámetros de la norma para cimentaciones E-050. Del RNE.

### Tabla N° 54

#### Análisis Granulométrico Calicata N° 18

<b>HUMEDAD</b>	<b>4.29</b>
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>SP</b>
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-1-b</b>
<b>IP</b>	<b>NP</b>

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** siguiendo los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. donde la Humedad natural del terreno es de 4.29 la cual indica que es una humedad relativamente baja. Cabe recalcar que para la normativa Sucs esta clasificación pertenece al SP y para la normativa Aashto representa A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada.

Tercer objetivo específico: Determinar la capacidad portante del suelo natural en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash.

Penetración Dinámica Ligera

**Tabla N° 55**

DPL:01

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.00	0.0					
	0.30	89.0	30.00	MEDIA	0.94	REGULAR	SP
	0.60	159.0	30.00	MEDIA	1.31	BUENO	SP
	0. 1.0090	225.0	30.00	COMPACTA	2.76	BUENO	SP
		150.0	38.00	SENSA	6.30	MUY BUENO	ROCA

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 56**

DPL:02

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
02	0.00	0.0					
	0.30	68.0	30.00	MEDIA	0.83	REGULAR	SP
	0.60	142.0	30.00	MEDIA	1.22	BUENO	SP
	0.90	203.0	30.00	COMPACTA	2.56	BUENO	SP
	1.00	154.0	38.00	DENSA	6.45	MUY BUENO	ROCA

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 57**

DPL:03

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>u</sub> (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
03	0.00	0.0					
	0.30	71.0	30.00	MEDIA	0.78	REGULAR	SP
	0.60	143.0	30.00	MEDIA	1.21	BUENO	SP
	0.90	206.0	30.00	COMPACTA	2.44	BUENO	SP
	1.00	154.0	38.00	DENSA	6.11	MUY BUENO	ROCA

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 58**

DPL:04

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>u</sub> (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
04	0.00	0.0					
	0.30	71.0	30.00	MEDIA	0.78	REGULAR	SP
	0.60	143.0	30.00	MEDIA	1.21	BUENO	SP
	0.90	206.0	30.00	COMPACTA	2.44	BUENO	SP
	1.00	154.0	38.00	DENSA	6.15	MUY BUENO	ROCA

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 59**

DPL:05

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>u</sub> (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
05	0.00	0.0					
	0.30	73.0	30.00	MEDIA	0.79	REGULAR	SP
	0.60	149.0	30.00	MEDIA	1.21	BUENO	SP
	0.90	215.0	30.00	COMPACTA	2.44	BUENO	SP
	1.00	154.0	38.00	DENSA	6.62	MUY BUENO	ROCA

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 60**

DPL:06

cc	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>u</sub> (Kg/cm²)	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
06	0.00	0.0					
	0.30	76.0	30.00	MEDIA	0.78	REGULAR	SP
	0.60	151.0	30.00	MEDIA	1.21	BUENO	SP
	0.90	216.0	30.00	COMPACTA	2.44	BUENO	SP
	1.00	245.0	38.00	DENSA	6.65	MUY BUENO	ROCA

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Tabla N° 61**

Resultado de DPL

Micro Sectores	Capacidad Portante
Micro sector 01	6.30kg/cm2
Micro sector 02	6.45kg/cm2
Micro sector 03	6.11kg/cm2
Micro sector 04	6.15kg/cm2
Micro sector 05	6.62kg/cm2
Micro sector 06	6.65kg/cm2

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De acuerdo a la Norma NTP 339.159 del ensayo de DPL nos indica que para la clasificación del suelo con la capacidad portante mayor a 5kg/cm2 no se esperan problemas de asentamientos. Cabe resaltar que la capacidad portante en cada micro zona es mayor a 6kg/cm2, en este sentido la ubicación del sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash está ubicado en una zona rocosa a los 80 cm de profundidad.



**Tabla N° 62**

Determinación del ensayo del DPL

<i>Resultados</i>	
Ángulo de Fricción ( $\phi$ )	45
Grado de compacidad	Muy Buena
$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	5.59
Tipo de Suelo	SP /A-3/A-1-b
Factor de Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	51.17
Presencia de arena mal graduada y material rocoso (Roca Blanca)	

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos GEOLAB

**Interpretación:** En el objetivo planteado se ha evaluado las la capacidad portante del suelo mediante el ensayo de DPL donde nos dio como resultado total que la carga ultima de la capacidad portante es de 5.59kg/cm<sup>2</sup>, donde el Angulo de fricción es de 45° y por último en la cohesión el valor es de 51.17 kg/cm<sup>2</sup>. Todos estos datos se realizan mediante los procedimientos de la NTP 339.159 permitiéndonos evaluar el suelo con las fórmulas de terzaghi.

Cuarto objetivo específico: Realizar una microzonificación del suelo del Sector 1 del C.P Cambio Puente. De acuerdo al mapa de microzonificación del suelo mediante la normativa Aashto y Sucs y la Capacidad portante de cada una de las calicatas se ha clasificado en 6 micro zonas, donde los rangos existentes de sus propiedades físicas y mecánicas de dicha zona permitirán el mejor desarrollo de lo que se quiera cimentar de acuerdo a la norma E-050 de suelos y cimentaciones.

**Tabla N° 63**

Microzonificación de la zona 1 de Cambio Puente

Calicatas	Micro Zonal	Tip. Suelo SUCS	Tip. Suelo Aashto	Capacidad Portante Kg/cm2
<b>C1</b>	<b>1</b>	<b>SP</b>	A-3	6.30
<b>C2</b>	<b>1</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.30
<b>C3</b>	<b>1</b>	<b>SP</b>	A-3	6.30
<b>C4</b>	<b>2</b>	<b>SP</b>	A-3	6.45
<b>C5</b>	<b>2</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.45
<b>C6</b>	<b>2</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.45
<b>C7</b>	<b>3</b>	<b>SP</b>	A-3	6.11
<b>C8</b>	<b>3</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.11
<b>C9</b>	<b>3</b>	<b>SP</b>	A-3	6.11
<b>C10</b>	<b>4</b>	<b>SP</b>	A-3	6.15
<b>C11</b>	<b>4</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.15
<b>C12</b>	<b>4</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.15
<b>C13</b>	<b>5</b>	<b>SP</b>	A-3	6.62
<b>C14</b>	<b>5</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.62
<b>C15</b>	<b>5</b>	<b>SP</b>	A-3	6.62
<b>C16</b>	<b>6</b>	<b>SP</b>	A-3	6.65
<b>C17</b>	<b>6</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.65
<b>C18</b>	<b>6</b>	<b>SP</b>	A-1-b	6.65

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** en este cuarto objetivo trazado se ha realizado un plano micro zonal del suelo de la Zona 1 de Cambio Puente. Desarrollando este cuadro detallado donde indica que la zona 1 de Cambio Puente tiene 6 micro zonas referenciado a la tipología del suelo con su respectiva estratigrafía y su resistencia que se manifiesta a continuación. Demostrando que las calicatas pertenecientes a las micro zonas son: Micro Zona 1 (C1, C2, C3). Micro Zona 2 (C4, C4, C6). Micro zona 3 (C07, C08, C09). Micro zona 4 (C10, C11, C12). Micro Zonal 5 (C13, C14, C15,). Micro Zonal 6 (C16, C17, C18).

#### **IV: DISCUSIÓN**

Para el objetivo general de esta investigación la cual se basa en determinar la Zonificación de suelos del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS. De acuerdo a los estudios requerido por la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E-050, Norma Aashto- Sucs y autores que anteceden esta investigación demuestran lo siguiente, que si es posible determinar zonificación del suelo del sector 1 del centro poblado de Cambio Puente.

De acuerdo al primer objetivo específico de esta investigación en identificar la caracterización del suelo natural mediante un registro de sondaje en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash. se ha demostrado lo siguiente: el suelo en todos los puntos no tiene presencia de saturación, pero si presenta Roca blanda a los 0.90 metros de profundidad. La estratigrafía de las calicatas va desde los 0.80m, hasta los 0.90m de profundidad, donde se registra arena mal graduada con limo de grano medio a gruesa de forma subredondeada con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro de condición semi compacta y ligeramente húmedo. En este caso la investigación ha seguido los parámetros de la normativa E-050 la cual indica que se debe perforar el suelo a una altura normal de 1.50 metros debiendo observar las conformaciones de las paredes laterales para medir su composición, textura, color, etc. Cumpliendo con la perspectiva visual de lo existente, por tal motivo esta investigación demuestra la característica de suelo de cambio puente del sector 1 de manera directa y satisfactoria.

De acuerdo al segundo objetivo específico en determinar la clasificación del suelo natural mediante la normativa Sucs y Aashto Ambos sistemas están basados en los mismos ensayos de laboratorio, como es la distribución de las partículas, los limites líquido y plástico, a diferencia que cada sistema adopta diferentes valores entre la tipología del suelo. Para AASHTO se considera como suelo fino si pasa más del 35% del total de la muestra por el tamiz N° 200, mientras que en la clasificación del sistema SUCS lo hace si pasa más del 50% de la muestra de suelo por el tamiz N° 200. Otra diferencia es que el sistema AASHTO en el tamiz N° 10 separa la grava de la arena mientras que en el sistema SUCS es el tamiz N° 4. Otra notoriedad es que en el sistema SUCS los suelos con netamente gravosos se diferencia claramente de los arenosos ya que sus siglas son distintas, mientras que en el sistema AASHTO no. Ya que las clasificaciones son depende del grupo en particular que contiene una amplia variedad de suelos gravosos y arenosos. Es decir que en el sistema SUCS los

símbolos son GW, SM, CH y del sistema AASHTO no son tan descriptivos teniendo la misma simbología A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, etc. En nuestro caso podemos decir que se ha realizado los parámetros correspondientes, en el cual tenemos los procedimientos del límite de atterberg del ASTM D 4318 en este ensayo no presenta I.P. para ninguna de las calicatas. La Humedad natural del terreno es de 1.41% indicando que la humedad es relativamente baja. La clasificación SUCS pertenece al SP y para la normativa AASHTO representa el A-3 y el A-1-b en ambos casos es una Arena mal graduada. son fundamentales para un estudio de suelo y estamos seguros que toda investigación debe tener una información confiable de los procedimientos.

De acuerdo al tercer objetivo específico en determinar la capacidad portante del suelo natural en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash. Este procedimiento se da con la ayuda del ensayo de penetración dinámica ligera de la norma E-050 del R.N.E. la cual tiende a registrar la resistencia que tiene el suelo mediante golpes del martillo piezométrico a la varilla de acero por un conteo determinado. Esta prueba se da con el fin de clasificar el terreno si es bueno, regular o malo para cimentar. En esta investigación se realizó la capacidad portante del terreno teniendo en cuenta los siguientes aspectos; Si la capacidad portante del terreno es de 0 a 0.5 es mala, de 0.5 a 1 es regular, de 1 a 2 es buena, de 2 a 3 es muy buena, de 3 a más es excelente. La resistencia que se obtuvieron en el sondeo fueron las siguientes: 6.30 kg/cm<sup>2</sup>, 6.45 kg/cm<sup>2</sup>, 6.11 kg/cm<sup>2</sup>, 6.15 kg/cm<sup>2</sup>, 6.62 kg/cm<sup>2</sup>, 6.65 kg/cm<sup>2</sup>. Quiere decir que efectivamente la zona 1 de Cambio Puente es excelente de acuerdo a los parámetros de la Norma E-050, si cumple el control del terreno para poder cimentar correctamente.

De acuerdo al cuarto objetivo específico se debe realizar una microzonificación del suelo en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbote, Ancash. Mediante la norma E-050 del R.N.E. indica lo siguiente; para áreas urbanas se tomara como referencia 3 calicatas por hectárea para analizarlas mediante un estudio técnico. De acuerdo a ello se realizó un estudio de la Zona 1° de Cambio Puente separándolas en seis micro zonas las cuales tienen sus características físicas y mecánicas distintas, donde las muestras extraídas de cada calicata fueron llevadas al laboratorio para ser sometidas a ensayos, así mismo se realizó in Situ el ensayo de DPL. Comprendiendo que; la micro zona 1 de Cambio puente pertenece a las perforaciones (C1, C2, C3), La micro zona 2 de Cambio puente pertenece a las perforaciones (C4, C5, C6), ), La micro zona 3 de Cambio puente pertenece a las perforaciones (C7, C8,

C9), ), La micro zona 4 de Cambio puente pertenece a las perforaciones (C10, C11, C12), ), La micro zona 5 de Cambio puente pertenece a las perforaciones (C13, C14, C15), ), La micro zona 6 de Cambio puente pertenece a las perforaciones (C16, C17, C18). La microzonificación como lo indica el Autor Berg Glen hace énfasis del análisis de riesgo ya que este estudio permite vulnerar desastres inesperados y efectivamente en esta investigación se concretó ese gran aspecto por la importancia que debe tener cada zona respecto a su geología para poder cimentar correctamente.

## V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que si se puede determinar la zonificación del suelo del sector 1 de Centro Poblado de Cambio Puente mediante los ensayos establecidos en el R.N.E. para así demostrar el análisis de riesgo ya que este estudio permite vulnerar desastres inesperados.
2. De la estratigrafía del suelo del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente se concluye que presenta arena mal graduada con limo de grano medio a gruesa de forma subredondeada con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro de condición semi compacta y ligeramente húmedo en todas las calicatas.
3. En la clasificación el suelo según la normativa SUCS y AASHTO se concluyó que el tipo de suelo SP según SUCS así mismo para el sistema Aashto un A-3/A-1-b.
4. La capacidad portante del terreno del sector 1 del Centro Poblado de Cambio puente es mayor a 3.0 kg/cm<sup>2</sup>, además el ángulo de fricción es mayor a 45°;por lo tanto, es un suelo bueno para cimentar.
5. En la micro zonificación del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente se concluye que está distribuida en seis micro zonas en condiciones excelentes ya que superan la capacidad portante de 3kg/cm<sup>2</sup>.

Micro sector 01:	6.30kg/cm <sup>2</sup> .
Micro sector 02:	6.45kg/cm <sup>2</sup> .
Micro sector 03:	6.11kg/cm <sup>2</sup> .
Micro sector 04:	6.15kg/cm <sup>2</sup> .
Micro sector 05:	6.62kg/cm <sup>2</sup> .
Micro sector 06:	6.65kg/cm <sup>2</sup> .

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la población del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente que la cimentación de sus viviendas sea superficial. Y su nivel de fondo de cimentación no sea mayor a los 80 a 90 centímetros ya que a esa profundidad se encuentra la presencia de roca fracturada.
2. Se recomienda a los futuros investigadores a realizar estudios sobre el tipo de cimentación más apropiada según la clase de estructura (A, B, C) basada en la norma E-50.
3. Recomendar a la Municipalidad Provincial de Chimbote – Municipalidad Del Centro Poblado Menor de Cambio Puente utilizar esta investigación con el propósito de difundir en el sector 1, el proceso para edificar según la Microzonificación.
4. Se recomienda a los próximos tesistas realizar investigaciones de zonificación geotécnica teniendo en cuenta los demás sectores del Centro Poblado de Cambio Puente con el fin de obtener un estudio completo de las formaciones geológicas.

## VII. REFERENCIAS

1. ADDLESON, Lyall. Materiales para construcción. 1. Vol. Reverté: España, 2001. 187 pp. ISBN: 842912005.
2. AMERICAN Society Tecnology Materials. Committee report by the Subcommittee on Unsaturated Soils (Committee on Soil Properties) and the Committee on Shallow Foundations of the Geo-Institute, in cooperation with the ISSMFE TC6 Committee on Unsaturated Soils: also the proceedings of sessions on unsaturated soils at Geo-Logan '97 sponsored by the Geo-Institute of the American Society of Civil Engineers, Logan, Utah, July 15-19, 1997. American Society of Civil Engineers: USA 1997.333pp. ISBN: 0784402590.
3. BADILLO Juarez, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. Limusa: México, 2005. 644 pp.ISBN: 9681800699.
4. BRAJA, Das. Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2017. 800 pp. ISBN: 1305635183
5. BRAJA, Das. Bearing Capacity and Settlement, Third Edition .CRC Press: USA, 2017. 384 pp. ISBN: 1351672444
6. BOHOL Manuel, Dagoberto. Determinación de los factores de reducción de capacidad portante de suelos debido al nivel freático – propuesta de cimentación. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Lima- Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de ingeniería, 2011. 60 pp.
7. BOWEN, Li. Characterization of Minerals, Metals, and Materials. Springer. USA. 2017, 872PP. ISBN: 3319513826
8. CACEDA Rodríguez, Elmer Eduardo. Mejoramiento de los suelos de fundación de Miramar bajo – propuesta de cimentación Ancash 2017. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Chimbote- Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 199 pp.
9. CALLISTER, William. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. II. Reverte: Perú,1996. 416pp. ISBN: 8429172548
10. CARTHIGESU, Gnanendran. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2016. 512pp. ISBN: 1305386647
11. CEAIG, R.F. Soil Mechanics. Springer: USA, 2013. 419pp. ISBN: 148993474X
12. CRESPO Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5. a ed. Limusa: México, 2004. 650 pp. ISBN: 9681864891



13. DELWYN, Rahardjo Hendry. Soil Mechanics for Unsaturated Soils. John Wiley & Sons: USA, 1993.544pp. ISBN: 047185008X
14. DOUGLAS Giancoli. Principles with Applications Volume I (Chs. 1-15). Pearson Education. USA, 2018. 512pp. ISBN: 0134787730
15. ESPINOSA Feliz José. Fundamentos Basicos y Guia en la Construccin de Carretera. Impresora Conadex: Republica Dominicana, 2016. 370pp. ISBN: 9945409360
16. GIANCOLI, Douglas. Física. Propiedades con aplicaciones. 6° ed. Mexico: Pearson Educación. 2006. 848 pp. ISBN: 9702606950
17. GONZALES Caballero, Matilde. El terreno. 1. a ed. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, SL, 2001. 309 pp. ISBN: 8483015307
18. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. 04 julio del 2017. [Fecha de consulta: 02 de mayo del 2018]. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/227/?tags=INEI>.
19. JAIN Hemant. SSC-JE Conventional 2019 : Civil Engineering. Infinity Educations: USA, 2018. 270pp.
20. JAY, Ameratunga. Correlations in Properties Engineering. Springer: USA, 2015. 228pp. ISBN: 8132226291
21. JARAMILLO, Eduardo; MUÑOZ, Liliana; OSSA, Alexandra; ROMO, Miguel. Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia [en línea]. Marzo 2014, n.º 70. [Fecha de consulta: 07 de Septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43030033019>
22. KHALED, Sobhan. Principles of Engineering. Cengage Learning: USA, 2016.784pp. ISBN: 1305970934
23. LEY Jaroslaw, W. Drelich. Energy Technology 2017: Carbon Dioxide Management and Other Technologies. Springer. USA, 2017. 499ppISBN: 3319521926
24. MEZA Ochoa, Victoria Elena, suelos parcialmente saturados, de la investigación a la cátedra universitaria Boletín de Ciencias de la Tierra [en línea]. 2012, (Sin mes). [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169524098003>. ISSN: 0120-3630

25. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos. Lima. 2014. 302 pp.
26. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). MTC, Manual de ensayos de materiales, Lima: INN, 2016. 1268 pp.
27. NORMAS LEGALES EL PERUANO DECRETO SUPREMO N°003-2013-VIVIENDA [en línea].Lima: El Peruano.[Fecha de consulta: 08 de Mayo del 2018]. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-para-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-decreto-supremo-n-003-2013-vivienda-899557-2/>
28. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). RNE, E – 0.50, suelo y cimentaciones. Lima: INN, 2006. 400 pp.
29. RODOLFI, Emilio. Suelos colapsables. Geotécnico. Córdova: Universidad Nacional de Córdova, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Construcciones Civiles, 2007. 36 pp.
30. PEÑA Güeto, Juan. Tecnología de los materiales cerámicos. Díaz de Santos: Madrid, 2005.349 pp. ISBN: 9788479787226
31. SAN BARTOLOME, Ángel. Construcciones de Albañilería- Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. 1era edición, Perú. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Octubre [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2018]. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIOPC/Downloads/constr\\_albanileria%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIOPC/Downloads/constr_albanileria%20(1).pdf)  
ISBN:8483909650
32. SANZ Llano, Juan. Mecánica de Suelos Reunión de Ingenieros. 1. a ed. Española: traducida de la primera edición francesa. Eyrolles: Paris, 1975.223 pp. ISBN: 847146165
33. SHUBBAR. Thermal Cracking of Low and High Density Noor Publishing: USA, 2017. 148pp. ISBN: 333085538X
34. MITH, Ian. Smith's Elements of engineers. John Wiley & Sons: USA, 2013. 552pp. ISBN: 1118658337
35. TAVERA, Zonificación Sísmica – Geotécnica de la ciudad de Chimbote. Lima: Ministerio del Ambiente, Instituto Geofísico del Perú, 2014. 124 pp.

36. VALLE Pérez José Amílcar Agregado grueso, determinación de la densidad y la absorción. Fondo norma: Venezuela, 1998. 5 pp. ISBN: 9800620648
37. VELANCIA Mauricio, Salomón Edgard. Examinar los daños en los suelos de fundación para los cimientos de las viviendas de San Miguel de Bogotá. Tesis (para optar el grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería geotécnica). Colombia: universidad Santo Tomas de Bogotá, Facultad de ingeniería, 2010. 173 pp.
38. ZANNI, enrique. Patología de la Construcción y Restauro de Obras de Arquitectura. 1. a ed. Córdova: Brujas, 2008. 295pp. ISBN: 9789875911307
39. ZHANPING, You. Advanced Materials Technologies. MDPI: USA, 2018. 430pp. ISBN: 3038428892

# **ANEXOS**

## **ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO:

“Zonificación de Suelos del Sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su Clasificación mediante el Método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash-2019”

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El sitio de investigación será el Centro Poblado de Cambio Puente y está ubicado a una distancia de 9.54 Km al Noreste de Chimbote - Provincia Santa y perteneciente a la Región de Ancash, a 80 m.s.n.m., colinda por el Norte con Santa cruz; por el lado Sur con el Rio Lacramarca y el Distrito de Chimbote, por el Este con el caserío Santa Rosa por el Oeste con el Distrito de Chimbote y Santa; lugar en el cual no cuenta con vías de pavimentación y existe un gran porcentaje de construcciones empíricas, en algunos casos las edificaciones son de 4 a 5 pisos, sin conocimientos de ingeniería y un adecuado estudio mediante ensayos de suelos, para así conocer el tipo de suelo en que se realizará la fundación, y esto podría traer consecuencias a corto o largo plazo.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál será la zonificación de suelos del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS, Chimbo Ancash 2019?	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar la Zonificación de suelos del sector 1 del Centro Poblado de Cambio Puente según su clasificación mediante el método AASHTO y SUCS, Chimbo Ancash 2019</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>la caracterización del suelo natural mediante un registro de sondaje en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbo, Ancash. Determinar la clasificación del suelo natural mediante la normativa Sucs y Aashto en el sector 1 del centro poblado Cambio Puente, Chimbo, Ancash. Determinar la capacidad portante</p>	Tiene por finalidad realizar la zonificación de suelos en el sector 1, del Centro Poblado de Cambio Puente, Chimbo – Ancash 2019, según su clasificación mediante los sistemas AASHTO y SUCS, que beneficiará a los pobladores generándoles datos e informes primordiales sobre la zona en estudio para ejecutar la edificación de sus viviendas y consideren estos datos brindados para poder construir con ensayos técnicos y profesionales. Así mismo con la investigación que se realizará se dejará datos significativos para la posterior elaboración y ejecución de la pavimentación en el sector 1 de Cambio Puente, siendo favorecidos por pobladores de dicho lugar.	<p>TIPO DE SUELO</p> <p>RESISTENCIA DEL SUELO</p>	<p>-Análisis Granulométrica</p> <p>-Límite de atterberg</p> <p>-Capacidad Portante</p>

## **ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO**



**CALICATAS**



**Foto N° 01:** Se realizó la exploración a campo abierto.



**Foto N° 02:** Excavación de la calicata C-02



**Foto N° 03:** Excavación de la calicata C- 04



**Foto N° 04:** Se realizó la calicata en Jr. Santa Rosa Cambio Puente





**Foto N° 05:** Se realizó la calicata entre Jr. Alfonso Ugarte y Av. Piura del C.P Cambio puente



**Foto N° 06:** Se realizó la calicata en Jr. Gamarra del C.P Cambio Puente.



**Foto N° 07:** Toma de muestras de las 18 calicatas.



**Foto N° 08:** Toma de muestras de las 18 calicatas.

## GRANULOMETRÍA



**Foto N° 09:** Muestra en los tamices para su granulometría.





**Foto N° 10:** Se realizó la granulometría de las muestras.

## **CONTENIDO DE HUMEDAD**

### **• LÍMITE LÍQUIDO**



**Foto N° 11:** Se realizó el límite líquido



**Foto N° 12:** Se demuestra que no presenta limite liquido

- **LÍMITE PLÁSTICO**





**Foto N° 12:** La muestra no presenta plasticidad.

## ENSAYO DPL (PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA)



Foto N° 13: Penetración del DPL al suelo.



**Foto N° 14:** Toma de medidas de la profundidad de penetración del DPL.



**Foto N° 15:** Golpe con el martillo del DPL.





**Foto N° 16:** Golpe con el martillo del DPL.



**Foto N° 17:** Golpe con el martillo del DPL.



**Foto N° 18:** Toma de los datos del DPL.

### **ANEXO 03: ENSAYOS DEL LABORATORIO**



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## ESTUDIO DE SUELOS

### TESIS:

"ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO  
POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION  
MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH -  
2019"


### TESISTA:

**ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES**

### UBICACIÓN:

DISTRITO : CHIMBOTE  
PROVINCIA : SANTA  
REGIÓN : ANCASH

**CHIMBOTE, SETIEMBRE DEL 2019**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
CIP 185373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### INDICE

1.0.-ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
1.1 GENERALIDADES
1.2 METODOLOGIA DE TRABAJO
2.0.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
2.1 CLIMA Y TEMPERATURA
3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO
4.0.- GEOLOGIA REGIONAL
4.1.- GEOLOGIA LOCAL
4.2.- TECTONISMO
5.0.- TRABAJOS DE CAMPO
6.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO
7.0.- ENSAYOS ESTANDAR
8.0.-CLASIFICACION DE SUELOS
9.0.-CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION
10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO
11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION
12.- DE LOS TERRENOS COLINDANTES
13.- DATOS GENERALES DE LA ZONA
14.- EFECTOS DE SISMO
15.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
19.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
ANEXOS
PANEL FOTOGRAFICO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9685868  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 1.2.- Metodología y plan de trabajo

#### Metodología

El conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

##### a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de tres días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

##### b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.
- Programación de las actividades a ejecutarse por la brigada de calicateros y técnicos que realizarán los ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), en el área de estudio.

Clasificación visual manual de las muestras, se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.

Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, las cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre, Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### c) Fase de gabinete

Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.

- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo con fines de pavimentación.
- Recomendaciones técnicas, diseño estructural, consideraciones constructivas y sismoresistentes del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

### 1.3.- Plan de trabajo

#### a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:

- La definición del área del estudio.
- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.

Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP 141185373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 9548771150 - 9865888  
E-mail: wilza822@hotmail.com





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



\_ Frente de excavaciones de calicatas.

Calicata	Profundidad (m)
C-01	0.80
C-02	0.90
C-03	1.00
C-04	0.90
C-05	1.00
C-06	0.90
C-07	0.80
C-08	0.90
C-09	1.00
C-10	0.90
C-11	1.00
C-12	0.90
C-13	0.80
C-14	0.90
C-15	1.00
C-16	0.90
C-17	1.00
C-18	0.90

\_ Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH). El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

### b) Programa de actividades y recursos logísticos

En principio, el programa de actividades ha conservado la estructura inicialmente planteada en la propuesta técnico-económica para este estudio, no obstante, hubo ampliación del tiempo de ejecución del estudio por mutuo acuerdo entre las partes.

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnico-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

### 2.0.- Ubicación del área de estudio

El presente proyecto se ejecutará en el Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende "ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019".

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilzo822@hotmail.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.P. N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

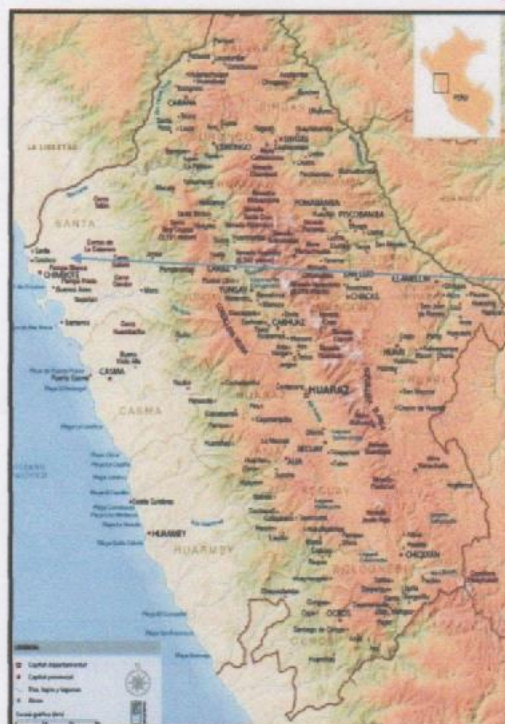
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### Ubicación del Proyecto



### Ubicación del proyecto



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wltze822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*Wilson J. Zelaya Santos*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B.U. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilza822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 2.1.- CLIMA Y TEMPERATURA:

De tipo desértico con pocas precipitaciones que se ajustan a los desiertos Sub tropicales. Su temperatura máxima es de 32° en el verano y la mínima de 14° en el invierno; la humedad relativa máxima es de 92% y la mínima de 72%; presenta vientos de tipo constante todo el año, con velocidades de entre 24 y 30 Km/hora. Durante el invierno, neblinas de un espesor de 400 m. Cubren el cielo, a solo 64 mm. De pluviómetro se precipitan en garúa y en sus pistas y arenales se dejan ver espejismos.

### PRECIPITACION:

Muy raras veces llueve en la región y se sabe de décadas que transcurren sin ella. El régimen de lluvias en la cuenca es relativamente homogéneo, conteniendo en el año dos épocas definidas, una humedad correspondiente a los meses de verano y otra seca ocurriendo básicamente en los meses restantes se pueden considerar como transición entre estas épocas. Se ha observado que el mes de máximas precipitaciones en todas las estaciones analizadas es el mes de marzo y el mes de mínimas precipitaciones es el mes de Julio.

### HUMEDAD ATMOSFÉRICA:

Como es normal para las zonas costeras, se considera que la ciudad de Chimbote está en una zona húmeda. El vapor de agua desempeña un rol importante en la evolución de los fenómenos atmosféricos y en las características fundamentales del clima. Una de las formas de expresar el contenido de vapor de agua del aire es por medio de la humedad relativa en las cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en Chimbote. La humedad relativa media mensual histórica es de 73%.

Se dispone de información de horas de sol en las estaciones del Puerto de Chimbote y Rinconada en las cuales se establece que el promedio de horas de brillo solar varía de 7 a 9 horas en los meses de verano y en los meses de invierno varía de 5 a 7 horas.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### **3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO**

#### **3.1. GEOMORFOLOGIA**

##### **3.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES**

Dentro de los principales que han dado origen a las geoformas actuales, se tiene el agua y el viento como los que han jugado un papel muy importante. Las intensas lluvias que se producen en la región costanera después de largos periodos de sequía, origina grandes torrentes que descienden por las diversas quebradas, los materiales acarreados por dichos torrentes se han acumulado en las planicies bajas en formas de grandes abanicos.

##### **3.1.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.**

Las unidades geomorfológicas mayores son la faja costanera, los valles de la vertiente pacifica y las estribaciones de la cordillera occidental, dentro de las cuales se pueden identificar en la zona las siguientes unidades menores.

Cuadrángulo de Chimbote, los afloramientos de gabros y rocas asociados se encuentran en la Isla Blanca, cerró señal Taricay y cerro Tambo. Los afloramientos de gabros tienen coloraciones oscuras que se diferencian de las rocas adyacentes por su mayor resistencia a la erosión. En algunos casos tienen morfología resaltante, como el caso del Cerro Tortugas, Cerro Prieta, Cerro Samanco, etc.

Los componentes intrusivos iniciales del Batolito de la costa varían en un rango desde gabro a diorita, según sus características petrográficas se han separado en los mapas geológicos respectivos cuerpos de gabro, diorita, microdiorita a diabla y un complejo de diques, cada uno de ellos tiene una forma y distribución espacial.

##### **3.2. SUPER UNIDAD SANTA ROSA**

El lado Oeste del Batolito está compuesto por un complejo muy variado de tonalita ácida. Las características petrográfica y de campo de este complejo son muy similares a las del complejo de la región Chancay – Huaura (Cobbing y Pitcher, 1972). Ya que el complejo de la tonalita ácida de la región de Casma representa claramente la continuación hacia el norte, del Complejo Tonalita Santa Rosa de Cobbing y Pitcher; Child R. (1976) prefiere mantener el nombre y sin embargo cambia la denominación de "Complejo" por la de "Super Unidad"

La súper unidad Santa Rosa es la más amplia de las unidades intrusivas que forman el Batolito cubriendo aproximadamente el 60 % del área total, correspondiente a las

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nueva Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ica  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wltz822@hotmail.com

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



rocas intrusivas. Aflora en una extensa franja que va desde Chimbote en el Norte, hasta la quebrada Bema Puquio en el Sur (Culebras) y se prolonga más hacia el Sur a los cuadrángulos adyacentes

### 3.2.1. DEPOSITOS CUATERNARIOS

La evidencia del levantamiento y erosión de la región se sustenta en la presencia de terrazas marinas levantadas, depósitos marinos recientes, terrazas aluviales levantadas, depósitos aluviales recientes, depósitos eólicos estabilizados y acumulaciones eólicas en actividad, etc. Todos estos depósitos fluvio-aluviales depósitos residuales y aun los deslizamientos constituyen la cobertura del material reciente que recubren gran parte del área de estudio y por simplificación se le ha agrupado como depósitos marinos, eólicos y aluviales.

### 3.2.2. DEPOSITOS MARINOS

Se encuentran distribuidos a lo largo del litoral, especialmente en las bahías y efirantes; consiste de arenas semiconsolidadas con estratificación sesgada, cuyos componentes son cuarzo de 1 a 3 milímetros, granos oscuros de rocas volcánicas finas en algunos casos con fragmentos de conchas en una matriz de arena gruesa. Los remanentes de depósitos marinos levantados en general se inclinan suavemente hacia el Oeste.

### 3.2.3. DEPOSITOS EOLICOS

Se pueden distinguir dos tipos de arenas eólicas; los montículos de arenas eólicas; los montículos de arena estabilizadas y depósitos de arena en movimiento o continua evolución.

Las arenas estabilizadas se observan al Este de la ciudad de Chimbote, al Sur de Samanco, etc.

Los procesos eólicos retrabajan rápidamente las arenas y cubren los depósitos de playas, estos últimos representan la fuente principal del material eólico que se transporta hacia el continente, El avance continuo de las arenas ha definido cuerpos alargados, longitudinales conocidos como médanos que avanzan hacia el continente sobre yaciendo a rocas cretáceas.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*W. J. Zelaya Santos*  
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz 8 Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wltza822@hotmail.com





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 3.2.4 DEPOSITOS ALUVIALES

Como se observa en los mapas geológicos los depósitos aluviales son más abundantes en el cuadrángulo de Casma, en estrecha relación con la mayor extensión de rocas plutónicas, las cuales son más fácilmente erosionables, originando depósitos arenosos gruesos y limoarcillas.

En los depósitos aluviales se incluyen la terrazas los rellenos de quebradas y valles, así como los depósitos recientes que constituyen las pampas o llanuras aluviales, las terrazas están formadas por gravas arenas y limos que en algunos casos sobreyacen directamente al basamento rocosos, en otros casos constituyen una secuencia gruesa de depósitos aluviales mal seleccionados con clastos de litologías diversas.

En general los depósitos aluviales son más gruesos y heterogéneos hacia el Este, en cambio hacia el Oeste son de fragmentometría más fina y características más homogéneas, por lo que son explotados como agregados y material de construcción.

### GEOLOGÍA GENERAL:

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

- Unidad de playas.
- Unidad de pantano.
- Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.
- Unidad de colinas.
- Unidad de dunas.

#### • Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

#### • Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954077150 - 9865888  
E-mail: wltze822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

- **Unidad de depósitos aluviales del río Lacramarca**

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Lacramarca en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Chimbote hasta Nuevo Chimbote.

Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río Lacramarca, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río.

Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0.00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).

- **Unidad de colinas**

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en el reservorio R-III y alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

- **Unidad de dunas**

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

#### 4.0.- GEOLOGÍA REGIONAL:

Geológicamente, a nivel regional se han reconocido las siguientes unidades estratigráficas:

- a) **Cretáceo**

- Grupo Casma**

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos. También se observan alteraciones de tipo propilitico, cloritización y silicificación incipiente. En la ciudad de

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Arequipa  
Celular: 954877150 - 9865886  
E-mail: wilze822@hotmail.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 198373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Chimbote el volcánico se encuentra expuesto principalmente en el extremo norte por los cerros Chimbote y Tambo Real, y en el extremo Sur-Este por los cerros Península y División.

La edad de los depósitos anteriores ha sido ubicada a fines del periodo jurásico y cretácico superior.

### b) Intrusivos.-

Este segundo tipo de afloramiento existente en la zona se encuentra representado por formaciones de granodiorita, cuya coloración oscila entre gris oscuro y gris claro, su grano varía entre medio y grueso; teniendo su mejor exposición en el lado Este de la ciudad, en las colinas de las Pampas de Chimbote.

### c) Cuaternalio.-

Son los más predominantes en el área de estudio, formada por extensos depósitos la arena eólica, formando muchas veces colinas de poca elevación. Se nota la presencia de materiales aluvionales y fluviales formando depósitos a lo largo del lecho antiguo del Rio Lacramarca, así como en el extremo Norte de la ciudad, conocidos como Cascajal, La Mora, etc. y están constituidos principalmente por los siguientes depósitos:

### 4.2.- Tectonismo

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

### 5.0.- Trabajo de campo

Para las investigaciones geotécnicas de las diferentes obras se han ejecutado un total de 06 calicata de 0.80 m de profundidad promedio.

El plano mostrando la ubicación de las calicatas efectuadas, se presenta en el Anexo.

La relación resumida de las prospecciones realizadas así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*Wilson J. Zelaya Santos*  
ING WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Puesto Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



**5.1.- Muestreo:** se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

### 6.0.- Ensayos de laboratorio

#### Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas realizadas, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 06 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 06 ensayos de límite líquido y 06 límite plástico. Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L., han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Peruanas E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

#### 6.1.- Ensayos químicos de suelos

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras de concreto en contacto con el suelo de fundación, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 01 ensayos de contenido de sales solubles totales 01 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 01 ensayos de Ion Cloruro y 01 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

**7.0.- ENSAYOS ESTANDAR:** con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

1. Análisis Granulométrico. ASTM D 422
2. Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
3. Límites de Consistencia. ASTM D 4318
4. Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
5. Peso Volumétrico. ASTM D 4254
6. Descripción visual de los suelos ASTM D 2487

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*Wilson J. Zelaya Santos*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865868  
E-mail: wilzo822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 8.0.- CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Official (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

#### Perfiles estratigráficos

Los perfiles estratigráficos del subsuelo para las diferentes obras lineales, no lineales y redes has sido elaborado en base a lo siguiente:

- Un conjunto de calicatas distribuidas convenientemente en el emplazamiento de la obra.
- Registro de excavaciones del conjunto de calicatas distribuidas en el emplazamiento de la obra.

Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

### 9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION.-

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizados, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A-2-4 (0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| -Permeabilidad                    | - Regular |
| - Expansión                       | - Baja    |
| - Valor como terreno de fundación | - Regular |
| - Característica de Drenaje       | - Regular |

### 10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas representan un problema y afectarán las estructuras debido a la agresividad de sales en el suelo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*W. J. Zelaya Santos*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 9548771150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



# **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## **ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION**

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACION
SULFATOS	0 - 1,000	Leve	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación.
	1,000 - 2,000	Moderado	
	2,000 - 20,000	Severo	
	> 20,000	Muy severo	
CLORUROS	> 6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos.
SALES SOLUBLES TOTALES	> 15,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación.

**TABLA N° 2**

## **TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO**

### **AL ATAQUE DE LOS SULFATOS**

GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS	PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO <sub>4</sub> ) EN LA MUESTRA DE SUELO (%)	PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) EN AGUA (p.p.m.)	TIPO DE CEMENTO	RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal)
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1,500	II	0.50
Agresivo	0.20 a 2.00	1,500 a 10,000	V	0.45
Muy Agresivo	> de 2.00	> 10,000	V + puzolana	0.45

**P.C.A. Asociación Cemento Portland**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
**ING WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
CIP N° 185373

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma  
Celular: 954877150 - 9865868  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSION
0 -15	BAJO
15 -35	MEDIO
35 - 55	ALTO
>55	MUY ALTO

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos de medianamente expansivos.

### 12.0.- De los terrenos colindantes

\_ En el área del proyecto no se ha podido verificar otros estudios similares al presente.

#### • De las cimentaciones adyacentes

\_ Se ha verificado que la mayoría de las edificaciones adyacentes son de material noble de 03 pisos. Por la ubicación de las obras previstas en el proyecto, las edificaciones adyacentes no afectará a la construcción a realizarse.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9866888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 13.00- DATOS GENERALES DE LA ZONA.

a) **Geodinámica Externa.** – Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 4 cuyo factor es  $Z = 0.45$ , el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor  $Z$  se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a  $9.4^\circ$  Latitud Sur y  $79.3^\circ$  Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de  $0.24g$ . La magnitud calculada fue de  $7.5^\circ$  en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó  $7.8^\circ$  en la escala de Richter.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

**Fuente:** Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2016.



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 14.0- EFECTO DE SISMO

La zona de estudio corresponde al distrito de Chimbote en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de  $S=1.05$ , para un período predominante de  $T_p=0.60$  s, y Z es el factor de la zona 4 resultando  $Z=0.45g$ . Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de  $0.42g$ , y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es  $0.21$ .

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un período de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*W. Wilson*  
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9895888  
E-mail: wilzo822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9855888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.

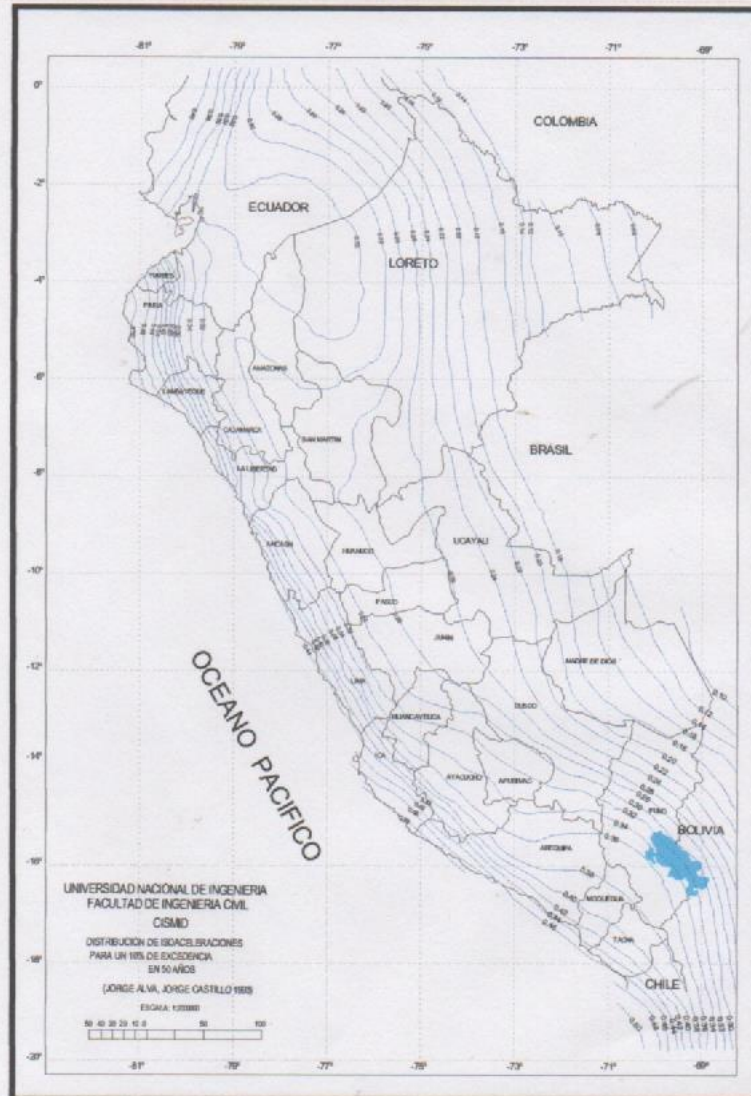


# **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



**FIGURA N° 2:** Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et. al, 1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP-14-196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma  
Celular: 954877150 - 9865866  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

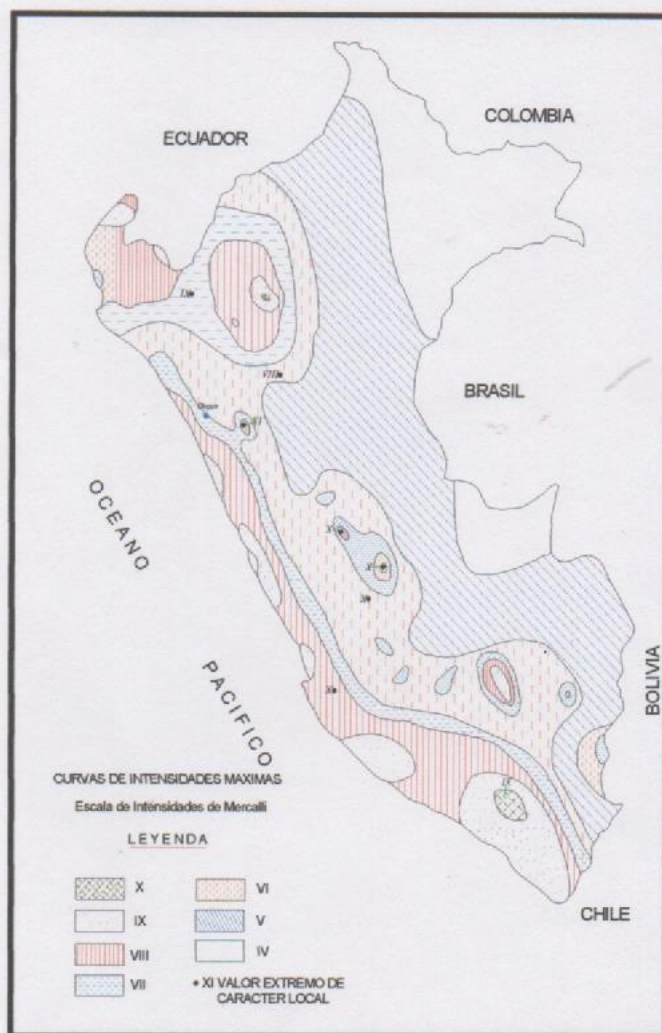


Figura 3. Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Período de Retorno

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP-195575  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilzo622@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 15.00- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

**P. estratigráfico N° 01**, no presenta nivel freático a la profundidad de 0.80 m, y está conformado por una capa de 0.10 m de espesor de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato (M-1) de 0.70 m de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige amarillento, condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

**P. estratigráfico N° 02**, no presenta nivel freático a la profundidad de 0.90 m, y está conformado por una capa de 0.10 m de espesor de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato (M-1) de 0.80 m de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro, condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

**P. estratigráfico N° 03**, no presenta nivel freático a la profundidad de 1.00 m, y está conformado por una capa de 0.10 m de espesor de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato (M-1) de 0.90 m de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro, condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

**P. estratigráfico N° 04**, no presenta nivel freático a la profundidad de 0.90 m, y está conformado por una capa de 0.10 m de espesor de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato (M-1) de 0.80 m de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Arequipa  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIRN° 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



material presenta un color beige claro, condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

**P. estratigráfico N° 05**, no presenta nivel freático a la profundidad de 1.00 m, y está conformado por una capa de 0.10 m de espesor de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato (M-1) de 0.90 m de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro, condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

**P. estratigráfico N° 06**, no presenta nivel freático a la profundidad de 0.90 m, y está conformado por una capa de 0.10 m de espesor de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato (M-1) de 0.80 m de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro, condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP 14 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbo, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9895888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



# **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Tabla N° 05 Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981)

Clase	Descripción	Identificación del campo	Valor aproximado de la resistencia a compresión simple	
			Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>
S <sub>1</sub>	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	< 0.025	< 0.25
S <sub>2</sub>	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0.025 - 0.05	0.25 - 0.5
S <sub>3</sub>	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para penetrar el dedo	0.05 - 0.1	0.5 - 1
S <sub>4</sub>	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0.1 - 0.25	1 - 2.5
S <sub>5</sub>	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0.25 - 0.5	2.5 - 5.0
S <sub>6</sub>	Arcilla dura	Se marca con dificultad al marcar con la uña	> 0.5	> 5.0
R <sub>0</sub>	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0.25 - 1.0	2.5 - 10
R <sub>1</sub>	Roca muy blanda	Deleznable bajo golpes del martillo de geólogo, puede rayarse con una navaja. Se talla fácilmente con una navaja	1.0-5.0	10-50
R <sub>2</sub>	Roca blanda	Puede rayarse con dificultad con la navaja, se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente con la punta del martillo	5.0-25	50-250
R <sub>3</sub>	Roca moderadamente dura	No se puede rayar con una navaja la muestra en mano, se puede romper con un golpe firme del martillo de geólogo, al impacto la punta del martillo indenta hasta 5 mm.	25-50	250-500
R <sub>4</sub>	Roca dura	Se necesita más de un golpe con el martillo de geólogo para romper la muestra, especímenes sostenidos en la mano se rompe con un simple golpe de martillo	50-100	500-1000
R <sub>5</sub>	Roca muy dura	Se necesita muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	100-250	1000-2500
R <sub>6</sub>	Roca extremadamente dura	El martillo produce solamente descamillado de la muestra, sonido metálico de golpe. Solo saltan esquirlas de roca.	> 250	> 2500

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.R.N. 199843  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 9548771150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 19.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CIMENTACION.

El suelo de la zona en estudio está conformado geomorfológicamente por un primer estrato de material Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia orgánica e inorgánica), seguido de un primer estrato de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige amarillento condición insitu; semi compacto y ligeramente húmedo, seguido de un primer estrato (M-2), de 0.70 m de espesor de material Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color gris claro condición insitu; semi compacto y ligeramente húmedo, luego subyace Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.

- Litología : Meladorita - Gabro.
- Grado de meteorización: Rocas moderadamente meteorizadas (Clasificación M4), altamente meteorizada
- Dureza: Buena (Clasificación R1), predomina las rocas con resistencia blanda
- Fracturamiento: (Clasificación F5), predomina el grado de muy fracturado. Las caras de las discontinuidades presentan superficies ligeramente rugosas y discontinuas.
- Módulo de Elasticidad = 15295.74 kg/cm<sup>2</sup>.
- RQD: Promedio de 60.00 %.
- Pesos específicos (s.s.s): 2.56
- Valor de RMR: 41 a 60.
- Calificación: II (Roca Blanda).
- Angulo de fricción  $\phi = 43^\circ$
- Carga Admisible = 5.59 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Desgaste de Abrasión = 28%
- Porosidad = 0.42%
- Durabilidad con Sulfato de Sodio = 4.23%

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.I.P. N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9885888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- La capacidad portante para las calicatas realizadas tenemos:

### POR CARACTERISTICAS GEOMECANICAS (ISRM, 1981)

Qadm: 5.59 kg/cm<sup>2</sup>

### POR ENSAYO DPL 01

Qadm: 6.30 kg/cm<sup>2</sup>

### POR ENSAYO DPL 02

Qadm: 6.45 kg/cm<sup>2</sup>

### POR ENSAYO DPL 03

Qadm: 6.11 kg/cm<sup>2</sup>

- Por tanto considerando que la cimentación de la estructura en la zona de estudio va estar apoyada en un lecho rocoso, según el cuadro N°01, y los resultados de campo, esta roca tipo sedimentaria se considera como terreno de cimentación competente. Para fines de cimentación se adopta una capacidad de carga admisible, qad = 5.59 Kg/cm<sup>2</sup>. Para esta presión de contacto no se esperan problemas de asentamientos.
- Para la construcción de obras de ingeniería civil es necesario cortar hasta cierta profundidad con la finalidad de eliminar las zonas superficiales las cuales se encuentran meteorizadas y fracturadas por el intemperismo.
- Se recomienda cimentar sobre la roca de tipo granodiorita a la profundidad de cimentación mínima de: Df= 1.20 m, con respecto a la cota de sub rasante del terreno, con una cimentación superficial del tipo zapatas conectadas con vigas de cimentación, se deberá tomar en cuenta que si la roca está muy fracturada o muy meteorizadas se tendrá que colocar un solado de 1:12 de cemento hormigón, en una capa de 4", para no sufrir modificaciones sensibles en la estructura como asentamientos irregulares.
- Se deberá de tener de sumo cuidado de no cimentar sobre material de relleno y siempre llegar al terreno natural materia del estudio.
- Se recomienda al proyectista tener en cuenta en sus partidas de excavación la presencia de estrato rocoso, las cuales deberán ser excavadas hasta alcanzar la cota de corte, porque la excavación en dicho tipo de suelo bajara el rendimiento de dichas partidas.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma  
Celular: 9548771150 - 9855888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



# **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Por los resultados de los ensayos de sales solubles en suelo se recomienda el uso de cemento tipo I, para cualquier estructura de concreto usada en la obra.
- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

**Tabla 303-1**

## **Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	—	—
25 mm (1")	—	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	—	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

## **Sub-Base Granular**

### **Requerimientos de Ensayos Especiales**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx	25% máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20% Máx	20% máx

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wltz822@hotmail.com

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





# **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



**Tabla 305-1**

## **Requerimientos Granulométricos para Base Granular**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	—	—
25 mm (1")	—	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15
Valor Relativo de Soporte, CBR (1)		Tráfico Ligero y Medio		Min 80%
		Tráfico Pesado		Min 100%

**Tabla 305-2**

## **Requerimientos Agregado Grueso**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% máx
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	—	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	—	18% máx.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
CIP Nº 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Tabla 305-2

## Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Indice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Salas solubles totales	MTC E 219	0.55% máx	0.5% máx
Indice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

- Se recomienda el control de la compactación de la Base, por medio de los ensayos de Densidad de Campo, la Compactación mínima requerida será del 95 %, de la compactación con respecto a su Proctor Modificado.
- Los Resultados y ensayos realizados solamente son para la zona en estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



## **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### **ANEXO**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*W. Zelaya*  
**ING WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mr B.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865886  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



**ANEXO  
ENSAYOS DE LABORATORIO**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*W. J. Zelaya Santos*  
**ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS**  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze622@hotmail.com.



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## ENSAYOS QUIMICOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*W. Santos*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP. N° 196673  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9885886  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS: ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
UBICACIÓN: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH  
TESISTA: ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
FECHA: SETIEMBRE DEL 2019  
MUESTRA: TERRENO NATURAL

### ANALISIS QUIMICO

N°	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			C03	PROMEDIO	
1	Sales Deliquescentes o Cloruros	8000 ppm	1800.00%	2100 ppm	1950 ppm%
2	Sulfatos Solubles (SO4)	1000 ppm%	1100.00%	1200 ppm	1150 ppm%
3	Sales Solubles Totales	400 ppm%	500 ppm	400 ppm	450 ppm%
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Sales Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7.3	7.1	7.20

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 185373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAJE

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*[Signature]*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9666888  
E-mail: wilze622@hotmail.com



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAGE

**TESIS** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU CLASIFICACION  
MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**UBICACION** DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH  
**TESISTA** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**FECHA** SETIEMBRE DEL 2019

**CALICATA:** 01 **PROFUNDIDAD:** 0.80 mts **NIVEL FREATICO:** N.P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (g, cc)	H.N.			
0.10	C	M-1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.70	L I C A	M-2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plasticos, el material presenta un color beige amarillento. Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	T A					Roca tipo granifica en estado de meteorización y fracturada.	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAJE

TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH
TESISTA	ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES
FECHA	SEPTIEMBRE DEL 2019

CALICATA: 02 PROFUNDIDAD: 0.90 mts NIVEL FREATICO: N.P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr/bs)	R.N			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.80	L	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	I						
	C						
	A						
	T					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	
	A						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAJE

TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH
TESISTA	ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES
FECHA	SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA: 03 PROFUNDIDAD: 1.00 mts NIVEL FREATICO: N.P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (g/cc)	H.N.			
0.10	C	M-1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.90	L	M-2				Avena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de limos no plásticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	I						
	C						
	A					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	
	T						
	A						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAJE

TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH
TESISTA	ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES
FECHA	SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA: 04 PROFUNDIDAD: 0.90 mts NIVEL FREATICO: N.P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr/cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.80	L I C A	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plasticos, el material presenta un color beige claro Condicion insitu: semi compacto y ligeramente humedo	SP
	T A					Roca tipo granitica en estado de meteorización y fracturada.	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAJE

TESIS	ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHITO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH
TESISTA	ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES
FECHA	SEPTIEMBRE DEL 2019

CALICATA: 05 PROFUNDIDAD: 1.00 mts NIVEL FREATICO: N.P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr/Sec)	H.M.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.90	L	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plasticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente húmedo	SP
	I						
	C						
	A						
	T						
	A					Roca tipo granítica en estado de meteorización y fracturada.	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIPM 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## REGISTRO DE SONDAJE

TESIS ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU CLASIFICACION  
MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH  
TESISTA ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
FECHA SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA: 06 PROFUNDIDAD: 0.90 mts NIVEL FREATICO: N.P.

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N. (gr./cc)	H.N.			
0.10	C	M - 1				Limo contaminado con material de relleno no calificado (materia organica e inorganica)	-
0.80	L I C A	M - 2				Arena mal graduada con limo de grano medio a grueso, de forma subredondeada, con presencia de finos no plasticos, el material presenta un color beige claro Condición insitu: semi compacto y ligeramente humedo	SP
	T A					Roca tipo granitica en estado de meteorización y fracturada.	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## ANEXO ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 195122  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9665888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-1 **Fecha:** SEPTIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1 **Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.80

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>25</sub>			
P <sub>100</sub>			
W <sub>N</sub>			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			118.20
P <sub>2</sub>			115.42
P <sub>3</sub>			32.50
P <sub>25</sub>			2.78
P <sub>100</sub>			82.82
W <sub>N</sub>			3.35

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>25</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>100</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_{25} = P_1 - P_2$   
 $P_{100} = P_2 - P_3$   
 $w = (P_{25} / P_{100}) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso inicial	1,582.70	(g)	Peso final	1,582.70	(g)
Tamiz, #	Tamiz, mm	Peso (g)	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	1.38	0.1%	0.1%	99.9%
1/4"	6.350	8.85	0.5%	0.6%	99.4%
Nº 4	4.750	11.98	0.8%	1.4%	98.6%
Nº 8	2.360	20.60	1.3%	2.7%	97.3%
Nº 10	2.000	152.60	9.6%	12.3%	87.7%
Nº 16	1.190	10.32	0.6%	12.9%	87.1%
Nº 20	0.840	159.33	10.0%	22.9%	77.1%
Nº 30	0.595	86.83	5.5%	28.4%	71.6%
Nº 40	0.425	59.06	3.7%	32.1%	67.9%
Nº 50	0.297	71.60	4.5%	36.6%	63.4%
Nº 100	0.106	815.00	51.2%	87.8%	12.2%
Nº 200	0.075	153.50	9.6%	97.4%	2.6%
Pasa 200		41.26	2.6%	100.0%	0.0%
Total		1,582.70			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	1.38%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	96.03%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.58%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
S.U.C.S.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2919 / ASTM D-422 / ASTM D4318

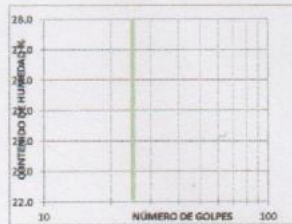
**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-2  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W <sub>L</sub>			

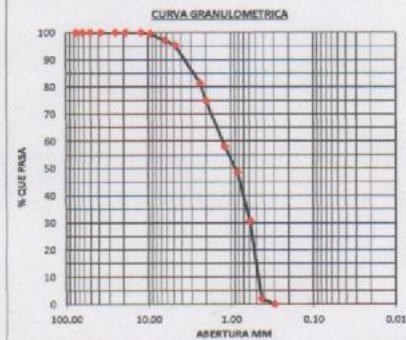
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No	4	5	6
P <sub>1</sub>			100.80
P <sub>2</sub>			98.37
P <sub>3</sub>			12.70
P <sub>4</sub>			2.43
P <sub>5</sub>			85.67
W <sub>P</sub>			2.84

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_3 - P_4$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso Inicial	1,507.47	[g]	Peso Final	1,507.47	[g]
Tamiz, p <sub>g</sub>	Tamiz, mm	Peso [g]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	8.30	0.6%	0.6%	99.4%
1/4"	6.350	35.90	2.4%	2.9%	97.1%
Nº 4	4.750	20.30	1.7%	4.7%	95.3%
Nº 8	2.360	76.20	5.1%	9.7%	90.3%
Nº 10	2.000	134.50	8.9%	18.7%	81.3%
Nº 16	1.190	98.20	6.5%	25.2%	74.8%
Nº 20	0.840	166.30	11.0%	36.2%	63.8%
Nº 30	0.595	86.70	5.8%	42.0%	58.0%
Nº 40	0.425	142.50	9.5%	51.4%	48.6%
Nº 50	0.297	268.20	17.8%	69.2%	30.8%
Nº 100	0.106	344.17	22.8%	92.0%	8.0%
Nº 200	0.075	89.30	5.9%	98.0%	2.0%
Pasa 200		30.90	2.0%	100.0%	0.0%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	4.69%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	83.27%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.05%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 199373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2918 / ASTM D-422 / ASTM D-4318

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019

**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES

**Ubicación:** C. P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH.

**Calicata:** C-3

**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019

**Muestra:** M-1

**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 1.00

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No	4	5	6
P <sub>1</sub>			106.20
P <sub>2</sub>			103.20
P <sub>3</sub>			23.60
P <sub>4</sub>			3.00
P <sub>5</sub>			79.60
W%			3.77

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g

P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g

P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g

P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g

P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g

W = Contenido de agua, en %

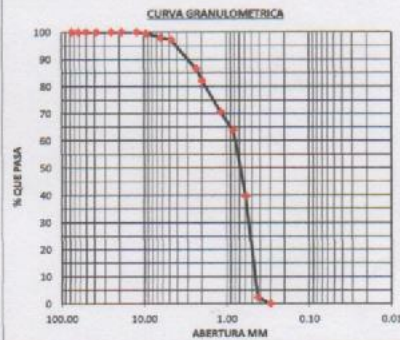
P<sub>w</sub> = P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>

P<sub>s</sub> = P<sub>2</sub> - P<sub>3</sub>

w = (P<sub>w</sub> / P<sub>s</sub>) x 100



Peso Inicial	1,455.92	[gr]	Peso final	1,455.92	[gr]
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten	% Ret Acum	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	5.30	0.4%	0.4%	99.6%
1/4"	6.350	23.50	1.6%	2.0%	98.0%
Nº 4	4.750	12.40	0.9%	2.8%	97.2%
Nº 8	2.360	35.20	2.4%	5.2%	94.8%
Nº 10	2.000	118.80	8.0%	13.3%	86.7%
Nº 16	1.190	65.20	4.5%	17.7%	82.3%
Nº 20	0.840	82.50	6.4%	24.1%	75.9%
Nº 30	0.595	76.90	5.3%	29.4%	70.6%
Nº 40	0.425	88.20	6.7%	36.1%	63.9%
Nº 50	0.297	352.40	24.2%	60.3%	39.7%
Nº 100	0.106	486.20	32.0%	92.4%	7.6%
Nº 200	0.075	76.20	5.2%	97.6%	2.4%
Pasa 200		35.12	2.4%	100.0%	0.0%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravés	2.63%
Límite Plástico	N.P.	%	Arénas	94.76%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.41%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*W. J. J.*  
**ING. WILSON J. ZELAYA-SANTOS**  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAL,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



## REGISTRO ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

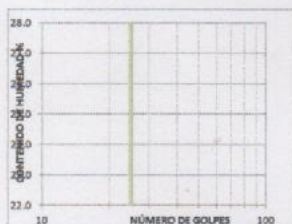
**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-4  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

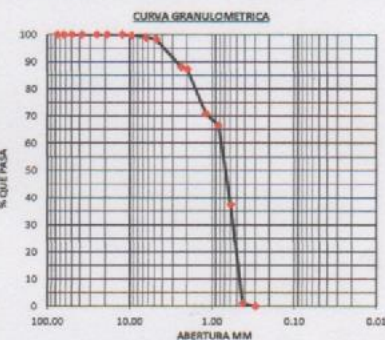
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
P <sub>6</sub>			
P <sub>7</sub>			
P <sub>8</sub>			
P <sub>9</sub>			
P <sub>10</sub>			
P <sub>11</sub>			
P <sub>12</sub>			
P <sub>13</sub>			
P <sub>14</sub>			
P <sub>15</sub>			
P <sub>16</sub>			
P <sub>17</sub>			
P <sub>18</sub>			
P <sub>19</sub>			
P <sub>20</sub>			
P <sub>21</sub>			
P <sub>22</sub>			
P <sub>23</sub>			
P <sub>24</sub>			
P <sub>25</sub>			
P <sub>26</sub>			
P <sub>27</sub>			
P <sub>28</sub>			
P <sub>29</sub>			
P <sub>30</sub>			
P <sub>31</sub>			
P <sub>32</sub>			
P <sub>33</sub>			
P <sub>34</sub>			
P <sub>35</sub>			
P <sub>36</sub>			
P <sub>37</sub>			
P <sub>38</sub>			
P <sub>39</sub>			
P <sub>40</sub>			
P <sub>41</sub>			
P <sub>42</sub>			
P <sub>43</sub>			
P <sub>44</sub>			
P <sub>45</sub>			
P <sub>46</sub>			
P <sub>47</sub>			
P <sub>48</sub>			
P <sub>49</sub>			
P <sub>50</sub>			
P <sub>51</sub>			
P <sub>52</sub>			
P <sub>53</sub>			
P <sub>54</sub>			
P <sub>55</sub>			
P <sub>56</sub>			
P <sub>57</sub>			
P <sub>58</sub>			
P <sub>59</sub>			
P <sub>60</sub>			
P <sub>61</sub>			
P <sub>62</sub>			
P <sub>63</sub>			
P <sub>64</sub>			
P <sub>65</sub>			
P <sub>66</sub>			
P <sub>67</sub>			
P <sub>68</sub>			
P <sub>69</sub>			
P <sub>70</sub>			
P <sub>71</sub>			
P <sub>72</sub>			
P <sub>73</sub>			
P <sub>74</sub>			
P <sub>75</sub>			
P <sub>76</sub>			
P <sub>77</sub>			
P <sub>78</sub>			
P <sub>79</sub>			
P <sub>80</sub>			
P <sub>81</sub>			
P <sub>82</sub>			
P <sub>83</sub>			
P <sub>84</sub>			
P <sub>85</sub>			
P <sub>86</sub>			
P <sub>87</sub>			
P <sub>88</sub>			
P <sub>89</sub>			
P <sub>90</sub>			
P <sub>91</sub>			
P <sub>92</sub>			
P <sub>93</sub>			
P <sub>94</sub>			
P <sub>95</sub>			
P <sub>96</sub>			
P <sub>97</sub>			
P <sub>98</sub>			
P <sub>99</sub>			
P <sub>100</sub>			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural	
Recipiente No.	4	5	6		
P <sub>1</sub>				109.12	
P <sub>2</sub>				108.62	
P <sub>3</sub>				9.52	
P <sub>4</sub>				0.50	
P <sub>5</sub>				99.10	
P <sub>6</sub>				0.50	
P <sub>7</sub>					
P <sub>8</sub>					
P <sub>9</sub>					
P <sub>10</sub>					
P <sub>11</sub>					
P <sub>12</sub>					
P <sub>13</sub>					
P <sub>14</sub>					
P <sub>15</sub>					
P <sub>16</sub>					
P <sub>17</sub>					
P <sub>18</sub>					
P <sub>19</sub>					
P <sub>20</sub>					
P <sub>21</sub>					
P <sub>22</sub>					
P <sub>23</sub>					
P <sub>24</sub>					
P <sub>25</sub>					
P <sub>26</sub>					
P <sub>27</sub>					
P <sub>28</sub>					
P <sub>29</sub>					
P <sub>30</sub>					
P <sub>31</sub>					
P <sub>32</sub>					
P <sub>33</sub>					
P <sub>34</sub>					
P <sub>35</sub>					
P <sub>36</sub>					
P <sub>37</sub>					
P <sub>38</sub>					
P <sub>39</sub>					
P <sub>40</sub>					
P <sub>41</sub>					
P <sub>42</sub>					
P <sub>43</sub>					
P <sub>44</sub>					
P <sub>45</sub>					
P <sub>46</sub>					
P <sub>47</sub>					
P <sub>48</sub>					
P <sub>49</sub>					
P <sub>50</sub>					
P <sub>51</sub>					
P <sub>52</sub>					
P <sub>53</sub>					
P <sub>54</sub>					
P <sub>55</sub>					
P <sub>56</sub>					
P <sub>57</sub>					
P <sub>58</sub>					
P <sub>59</sub>					
P <sub>60</sub>					
P <sub>61</sub>					
P <sub>62</sub>					
P <sub>63</sub>					
P <sub>64</sub>					
P <sub>65</sub>					
P <sub>66</sub>					
P <sub>67</sub>					
P <sub>68</sub>					
P <sub>69</sub>					
P <sub>70</sub>					
P <sub>71</sub>					
P <sub>72</sub>					
P <sub>73</sub>					
P <sub>74</sub>					
P <sub>75</sub>					
P <sub>76</sub>					
P <sub>77</sub>					
P <sub>78</sub>					
P <sub>79</sub>					
P <sub>80</sub>					
P <sub>81</sub>					
P <sub>82</sub>					
P <sub>83</sub>					
P <sub>84</sub>					
P <sub>85</sub>					
P <sub>86</sub>					
P <sub>87</sub>					
P <sub>88</sub>					
P <sub>89</sub>					
P <sub>90</sub>					
P <sub>91</sub>					
P <sub>92</sub>					
P <sub>93</sub>					
P <sub>94</sub>					
P <sub>95</sub>					
P <sub>96</sub>					
P <sub>97</sub>					
P <sub>98</sub>					
P <sub>99</sub>					
P <sub>100</sub>					

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
P<sub>6</sub> = P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>  
P<sub>7</sub> = P<sub>2</sub> - P<sub>3</sub>  
W = (P<sub>4</sub> / P<sub>5</sub>) x 100



Peso inicial	1,268.59	[g]	Peso final	1,268.59	[g]
Tamiz, mm	75.20		Tamiz, mm		
3"	75.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.66	0.3%	0.3%	99.7%
1/4"	6.350	10.39	0.8%	1.1%	98.9%
Nº 4	4.750	8.11	0.8%	1.7%	98.3%
Nº 6	2.500	20.36	1.8%	3.3%	96.7%
Nº 10	2.000	107.84	8.6%	11.6%	88.2%
Nº 16	1.190	12.46	1.0%	12.8%	87.2%
Nº 20	0.840	134.11	10.6%	23.4%	76.6%
Nº 30	0.595	72.32	5.7%	29.1%	70.9%
Nº 40	0.425	54.27	4.3%	33.4%	66.6%
Nº 50	0.297	370.00	29.2%	62.6%	37.5%
Nº 100	0.106	395.00	31.1%	93.7%	6.3%
Nº 200	0.075	66.06	5.2%	98.9%	1.1%
Pasa 200		14.12	1.1%	100.0%	0.0%
Total		1,268.59			



### RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%	Gravels	1.74%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	97.15%
Índice Plástico	-	%	Finos	1.11%

### CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2318 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-5  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 1.00

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W%			

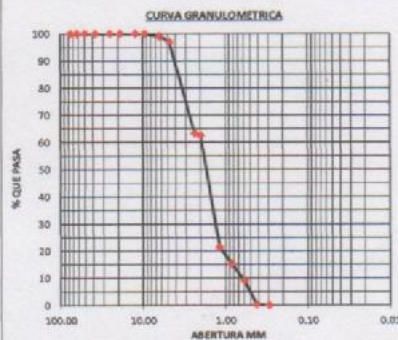
LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6	
P <sub>1</sub>				125.98
P <sub>2</sub>				124.15
P <sub>3</sub>				9.74
P <sub>4</sub>				1.23
P <sub>5</sub>				114.41
W%				1.08

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_3 - P_4$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso inicial Tamiz, g	1,400.80	[g]	Peso final Tamiz, mm	1,400.80	[g]
3"	75.20		% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
2 1/2"	63.600				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0%
1/4"	6.350	13.05	0.0%	0.9%	99.1%
Nº 4	4.750	27.49	2.0%	2.9%	97.1%
Nº 8	2.360	22.30	1.6%	4.5%	95.5%
Nº 10	2.000	450.03	32.1%	36.6%	63.4%
Nº 18	1.190	11.23	0.6%	37.4%	62.6%
Nº 20	0.840	304.00	28.1%	65.5%	34.5%
Nº 30	0.595	182.31	13.0%	78.6%	21.4%
Nº 40	0.425	86.79	6.2%	84.8%	15.2%
Nº 50	0.297	85.91	6.1%	90.9%	9.1%
Nº 100	0.106	96.66	6.9%	97.8%	2.2%
Nº 200	0.075	23.66	1.7%	99.5%	0.5%
Peso 200		8.88	0.6%	100.0%	0.0%
Total		1,400.80			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravias	2.89%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	96.61%
Índice Plástico	-	%	Finos	0.49%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS MECANICAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2918 / ASTM D-422 / ASTM D4318

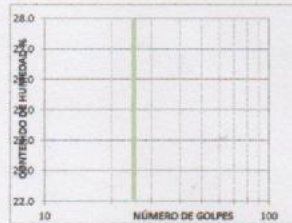
**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2018  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH.  
**Calicata:** C-6  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

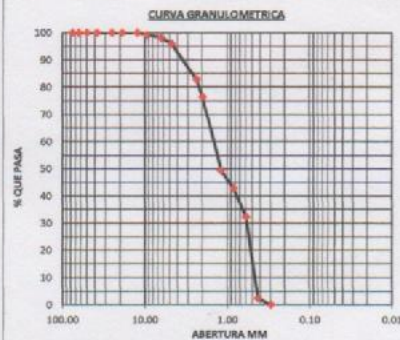
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W <sub>L</sub>			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6	
P <sub>1</sub>				88.30
P <sub>2</sub>				94.50
P <sub>3</sub>				12.20
P <sub>4</sub>				3.80
P <sub>5</sub>				82.30
W <sub>P</sub>				4.62

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



Peso inicial	1,483.45	(gr)	Peso final	1,483.45	(gr)
Tamiz, p/m	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.00			
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	10.48	0.7%	0.7%	99.3%
1/4"	6.350	16.30	1.1%	1.8%	98.2%
Nº 4	4.750	22.50	2.2%	4.0%	96.0%
Nº 8	2.360	42.20	2.8%	6.8%	93.2%
Nº 10	2.000	152.20	10.3%	17.1%	82.9%
Nº 16	1.190	86.30	6.5%	23.6%	76.4%
Nº 20	0.840	235.20	15.9%	39.4%	60.6%
Nº 30	0.595	186.20	11.1%	50.6%	49.4%
Nº 40	0.425	98.20	6.6%	57.2%	42.8%
Nº 50	0.297	155.20	10.5%	67.7%	32.3%
Nº 100	0.106	179.20	12.1%	79.7%	20.3%
Nº 200	0.075	265.30	17.9%	97.6%	2.4%
Paso 200		35.20	2.4%	100.0%	0.0%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Graves	3.99%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	93.63%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.37%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo 2  
A.A.S.H.T.O. A-1-b  
U.S.C. SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2918 / ASTM D-422 / ASTM D4318

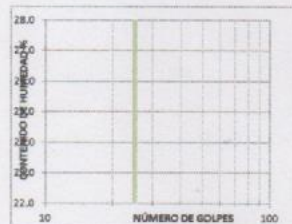
**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-7  
**Muestra:** M-1  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.80

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

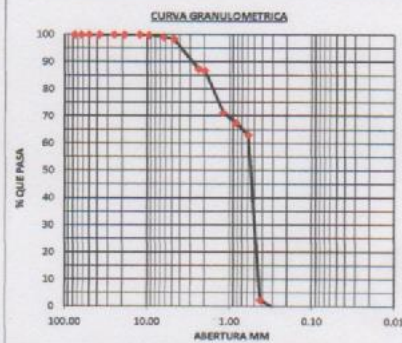
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>w</sub>			
P <sub>s</sub>			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6	
P <sub>1</sub>				115.65
P <sub>2</sub>				112.42
P <sub>3</sub>				32.50
P <sub>w</sub>				3.23
P <sub>s</sub>				79.92
W%				4.04

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



Peso inicial	1,592.70	(g)	Peso final	1,586.18	(g)
Tamiz, p/g			Tamiz, mm		
3"	78.20				
2 1/2"	63.600				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.39	0.2%	0.2%	99.8%
1/4"	6.350	11.11	0.7%	0.9%	99.1%
Nº 4	4.750	12.97	0.8%	1.7%	98.3%
Nº 6	2.360	20.60	1.3%	3.0%	97.0%
Nº 10	2.000	152.60	9.8%	12.6%	87.4%
Nº 16	1.190	10.32	0.8%	13.2%	86.8%
Nº 20	0.840	159.33	10.0%	23.3%	76.7%
Nº 30	0.595	86.83	5.5%	28.7%	71.3%
Nº 40	0.425	59.66	3.7%	32.4%	67.6%
Nº 50	0.297	71.80	4.5%	36.9%	63.1%
Nº 100	0.106	815.00	51.2%	88.1%	11.9%
Nº 200	0.075	181.51	6.5%	97.6%	2.4%
Pasa 200		41.26	2.6%	100.2%	-0.2%
Total		1,586.18			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravias	1.72%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	95.90%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.37%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
S.U.C.S	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2916 / ASTM D-432 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-8  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.95

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

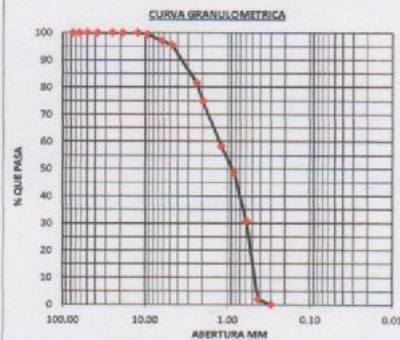
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>w</sub>			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6	
P <sub>1</sub>				98.80
P <sub>2</sub>				97.99
P <sub>3</sub>				12.70
P <sub>w</sub>				0.81
P <sub>s</sub>				85.29
W%				0.95

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



Peso inicial	1,507.47	[gr]	Peso final	1,507.38	[gr]
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.600				
3/8"	9.500	8.38	0.6%	0.6%	99.4%
1/4"	6.350	35.50	2.4%	2.9%	97.1%
Nº 4	4.750	24.30	1.6%	4.5%	95.6%
Nº 8	2.360	78.20	5.1%	9.6%	90.4%
Nº 10	2.000	134.50	8.9%	18.5%	81.5%
Nº 16	1.190	99.20	6.5%	25.0%	75.0%
Nº 20	0.840	168.30	11.0%	36.0%	64.0%
Nº 30	0.595	86.70	5.8%	41.8%	58.2%
Nº 40	0.425	142.50	9.5%	51.3%	48.7%
Nº 50	0.297	268.20	17.8%	69.0%	31.0%
Nº 100	0.106	344.17	22.8%	91.9%	8.1%
Nº 200	0.075	91.50	6.1%	97.9%	2.1%
Pasa 200		30.90	2.0%	100.0%	0.0%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	4.52%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	93.42%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.06%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
*W. Zelaya*  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
CIPN° 185373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2918 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-9  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.19 - 1.00

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

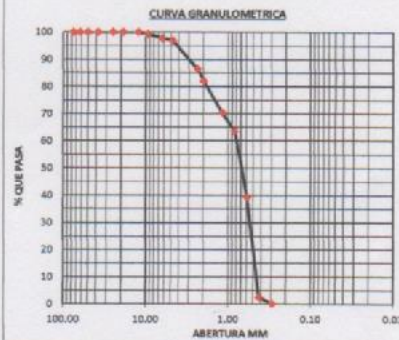
LÍMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			104.71
P <sub>2</sub>			101.20
P <sub>3</sub>			23.60
P <sub>4</sub>			3.61
P <sub>5</sub>			77.60
W%			4.52

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_{1w} = P_1 - P_2$   
 $P_{2w} = P_2 - P_3$   
 $w = \frac{(P_{1w} / P_{2w}) \times 100}{(P_4 / P_5)}$



Peso Inicial	1,455.92	(gr)	Peso final	1,453.28	(gr)
Tamiz, p/s	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	9.78	0.7%	0.7%	99.3%
1/4"	6.350	22.00	1.5%	2.2%	97.8%
Nº 4	4.750	12.40	0.9%	3.0%	97.0%
Nº 8	2.360	35.20	2.4%	5.5%	94.5%
Nº 10	2.000	118.80	8.0%	13.5%	86.5%
Nº 18	1.190	85.20	4.5%	18.0%	82.0%
Nº 20	0.840	92.60	6.4%	24.3%	75.7%
Nº 30	0.595	76.90	5.3%	29.6%	70.4%
Nº 40	0.425	98.20	6.7%	36.3%	63.7%
Nº 50	0.297	352.40	24.2%	60.5%	39.5%
Nº 100	0.106	486.20	32.0%	92.6%	7.4%
Nº 200	0.075	70.60	4.8%	97.4%	2.6%
Pasa 200		35.12	2.4%	99.8%	0.2%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravies	3.03%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	94.37%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.69%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2916 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGIÓN ANCASH  
**Calicata:** C-10  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

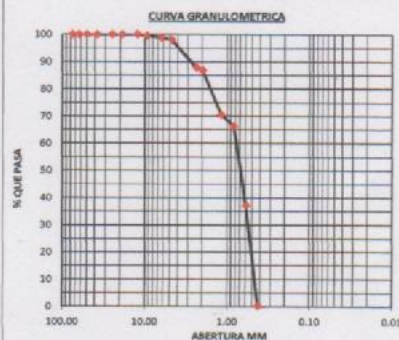
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
W <sub>N</sub>			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			108.12
P <sub>2</sub>			107.62
P <sub>3</sub>			9.42
P <sub>4</sub>			0.50
P <sub>5</sub>			98.20
W <sub>N</sub>			0.51

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_L = P_1 - P_2$   
 $P_L = P_1 - P_3$   
 $w = (P_4 / P_5) \times 100$



Peso inicial	1,288.59	[g]	Peso final	1,280.03	[g]
Tamiz, p.p.	Tamiz, mm	Peso [g]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	5.55	0.4%	0.4%	99.6%
1/4"	6.350	9.00	0.7%	1.1%	98.9%
Nº 4	4.750	11.00	0.9%	2.0%	98.0%
Nº 6	2.500	20.98	1.6%	3.6%	96.4%
Nº 10	2.000	107.84	8.5%	12.1%	87.9%
Nº 16	1.190	12.46	1.0%	13.1%	86.9%
Nº 20	0.840	134.11	10.6%	23.7%	76.3%
Nº 30	0.595	72.32	5.7%	29.4%	70.6%
Nº 40	0.425	54.27	4.3%	33.7%	66.3%
Nº 50	0.297	370.00	29.2%	62.8%	37.2%
Nº 100	0.106	395.00	31.1%	94.0%	6.0%
Nº 200	0.075	74.00	5.8%	99.8%	0.2%
Pasa 200		14.12	1.1%	100.9%	-0.9%
Total		1,280.03			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	NL	%	Gravas	2.01%
Límite Plástico	NP	%	Arenas	97.77%
Índice Plástico	-	%	Finos	0.21%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
C.P. N° 196373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2918 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH.  
**Calicata:** C-11  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 1.00

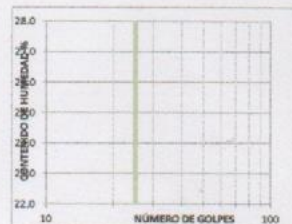
11

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

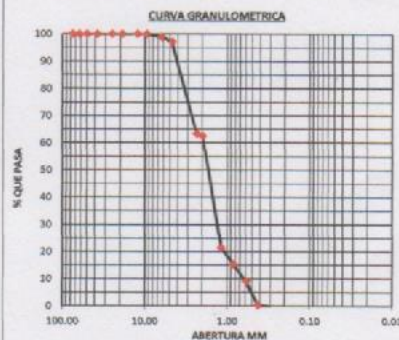
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W <sub>L</sub>			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6	
P <sub>1</sub>				123.38
P <sub>2</sub>				123.15
P <sub>3</sub>				9.34
P <sub>4</sub>				0.23
P <sub>5</sub>				113.61
W <sub>P</sub>				0.20

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_{w} = P_1 - P_2$   
 $P_1 = P_3 + P_4$   
 $w = (P_w / P_5) \times 100$



Peso inicial	1,400.00	[gr]	Peso final	1,401.98	[gr]
Tamiz: p/s	Tamiz: mm	Peso [gr]	% Reten.	% RetAcum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0%
1/4"	6.350	14.00	1.0%	1.0%	99.0%
Nº 4	4.750	25.80	1.8%	2.9%	97.2%
Nº 6	2.500	22.30	1.6%	4.4%	95.6%
Nº 10	2.000	450.03	32.1%	36.6%	63.4%
Nº 16	1.190	11.23	0.8%	37.4%	62.6%
Nº 20	0.840	384.00	28.1%	65.5%	34.5%
Nº 30	0.595	182.31	13.0%	78.5%	21.5%
Nº 40	0.425	88.79	6.2%	84.7%	15.3%
Nº 50	0.297	85.91	6.1%	90.8%	9.2%
Nº 100	0.106	96.86	6.9%	97.7%	2.3%
Nº 200	0.075	25.88	1.8%	99.6%	0.4%
Pasa 200		6.88	0.5%	100.1%	-0.1%
Total		1,401.98			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravias	2.84%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	99.75%
Índice Plástico	-	%	Finos	0.41%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo 2  
A.A.S.H.T.O. A-1-b  
U.S.C. SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP Nº 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D-153

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-12  
**Muestra:** M-1  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W <sub>L</sub>			

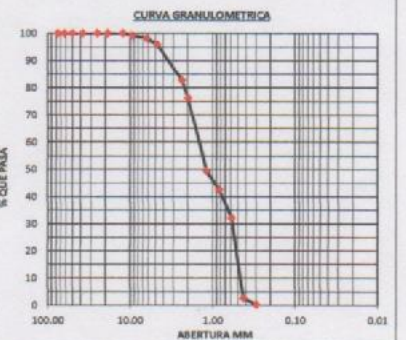
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			97.30
P <sub>2</sub>			83.50
P <sub>3</sub>			12.10
P <sub>4</sub>			3.60
P <sub>5</sub>			81.40
W <sub>P</sub>			4.67

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_{10} = P_1 - P_2$   
 $P_{20} = P_2 - P_3$   
 $w = (P_{10}/P_{20}) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso inicial	1,483.45	gr	Peso final	1,479.34	gr
Tamiz, no.	Tamiz, mm	Peso, gr	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050	0.00			
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	11.32	0.8%	0.8%	99.2%
1/4"	6.350	16.30	1.1%	1.9%	98.1%
Nº 4	4.750	32.22	2.2%	4.0%	96.0%
Nº 8	2.360	42.20	2.8%	6.8%	93.1%
Nº 10	2.000	152.20	10.3%	17.1%	82.9%
Nº 15	1.180	96.30	6.5%	23.6%	76.4%
Nº 20	0.840	235.20	15.9%	39.5%	60.5%
Nº 30	0.595	105.20	11.1%	50.6%	49.4%
Nº 40	0.425	98.20	6.6%	57.2%	42.8%
Nº 60	0.297	155.20	10.5%	67.7%	32.3%
Nº 100	0.150	179.20	12.1%	79.8%	20.2%
Nº 200	0.075	280.60	17.8%	97.4%	2.6%
Pasa 200		35.20	2.4%	99.7%	0.3%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	4.03%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	63.32%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.85%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo 1  
A.A.S.H.T.O. A-1-b  
U.S.C. SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA-SANTOS  
CIP N° 185373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2916 / ASTM D-422 / ASTM D4318

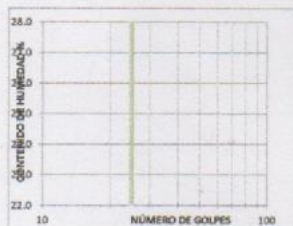
**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-13  
**Fecha:** 1 SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.80

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W%			

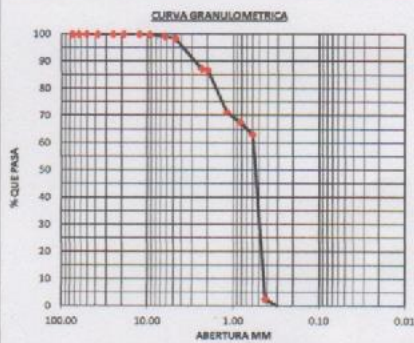
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			113.61
P <sub>2</sub>			111.41
P <sub>3</sub>			32.50
P <sub>4</sub>			2.20
P <sub>5</sub>			78.91
W%			2.79

$P_1$  = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
 $P_2$  = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
 $P_3$  = Peso Recipiente, en g  
 $P_4$  = Peso del Agua, en g  
 $P_5$  = Peso Suelo Seco, en g  
 $W$  = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_d = P_3 - P_4$   
 $w = (P_w / P_d) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso Inicial	1,592.70	[g]	Peso final	1,595.18	[g]
Tamiz, p.p.	Tamiz, mm	Peso [g]	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
5"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.39	0.2%	0.2%	99.8%
1/4"	6.350	11.11	0.7%	0.9%	99.1%
Nº 4	4.750	12.97	0.8%	1.7%	98.3%
Nº 8	2.360	20.60	1.3%	3.0%	97.0%
Nº 10	2.000	152.80	9.6%	12.6%	87.4%
Nº 15	1.190	10.32	0.6%	13.2%	86.8%
Nº 20	0.840	159.33	10.0%	23.2%	76.7%
Nº 30	0.595	98.63	5.0%	28.2%	71.7%
Nº 40	0.425	59.66	3.7%	32.4%	67.6%
Nº 60	0.297	71.60	4.5%	36.9%	63.1%
Nº 100	0.106	815.00	51.2%	88.1%	11.9%
Nº 200	0.075	150.51	9.4%	97.6%	2.4%
Pasa 200		41.26	2.6%	100.2%	-0.2%
Total		1,595.18			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	1.72%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	86.84%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.43%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
S.U.C.S.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2919 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-14  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.30

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W%			

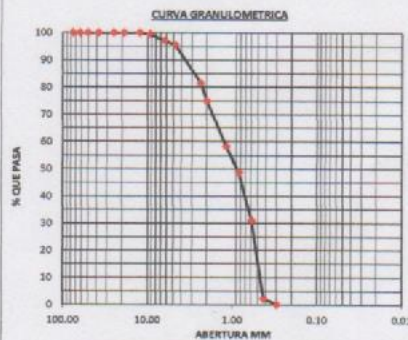
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			97.80
P <sub>2</sub>			96.22
P <sub>3</sub>			12.70
P <sub>4</sub>			1.58
P <sub>5</sub>			83.52
W%			1.59

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_3 - P_4$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso Inicial	1,507.47	[g]	Peso final	1,506.38	[g]
Tamiz, #	Tamiz, mm	Peso [g]	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	75.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	7.80	0.5%	0.5%	99.5%
1/4"	6.350	35.50	2.4%	2.9%	97.1%
Nº 4	4.750	24.30	1.6%	4.5%	95.5%
Nº 8	2.360	76.20	5.1%	9.6%	90.4%
Nº 10	2.000	134.90	8.9%	18.5%	81.5%
Nº 16	1.190	98.20	6.5%	25.0%	75.0%
Nº 20	0.840	166.30	11.0%	36.0%	64.0%
Nº 30	0.595	86.70	5.8%	41.8%	58.2%
Nº 40	0.425	142.50	9.5%	51.2%	48.8%
Nº 50	0.297	268.20	17.8%	69.0%	31.0%
Nº 100	0.106	344.17	22.8%	91.8%	8.2%
Nº 200	0.075	90.12	6.0%	97.8%	2.2%
Pasa 200		30.90	2.0%	99.9%	0.1%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	4.48%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	83.33%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.18%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP Nº 198373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2919 / ASTM D-422 / ASTM D-4318

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-15  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 1.00

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

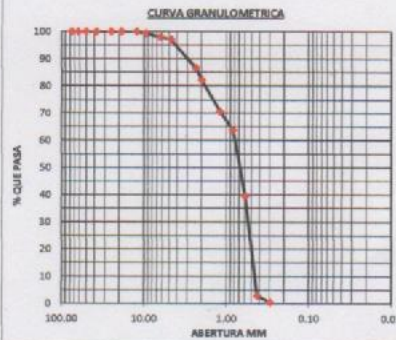
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>w</sub>			
P <sub>s</sub>			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6	
P <sub>1</sub>				103.11
P <sub>2</sub>				100.20
P <sub>3</sub>				23.80
P <sub>w</sub>				2.91
P <sub>s</sub>				76.60
W%				3.80

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



Peso Inicial	1,455.92	[g]	Peso final	1,449.72	[g]
Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso [g]	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500	0.00			
3/8"	9.500	9.10	0.6%	0.6%	99.4%
1/4"	6.350	21.00	1.4%	2.1%	97.9%
Nº 4	4.750	12.00	0.8%	2.9%	97.1%
Nº 6	2.500	35.20	2.4%	5.3%	94.7%
Nº 10	2.000	116.60	8.0%	13.3%	86.7%
Nº 16	1.190	85.20	4.5%	17.8%	82.2%
Nº 20	0.840	92.50	6.4%	24.2%	75.8%
Nº 30	0.595	76.90	5.3%	29.4%	70.6%
Nº 40	0.425	88.20	6.7%	36.2%	63.8%
Nº 50	0.297	352.40	24.2%	60.4%	39.6%
Nº 100	0.106	486.20	32.0%	92.4%	7.6%
Nº 200	0.075	69.10	4.7%	97.2%	2.8%
Pasa 200		35.12	2.4%	99.6%	0.4%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	2.89%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	84.27%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.84%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.R. 45-190373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

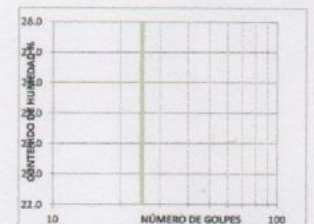
**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-16  
**Fecha:** SEPTIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
W%			

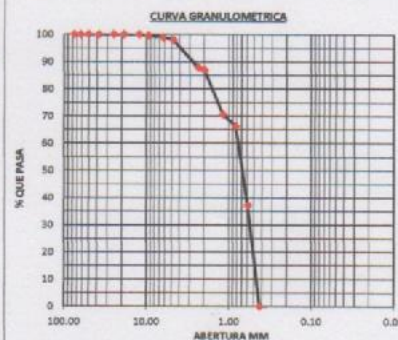
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			106.98
P <sub>2</sub>			105.62
P <sub>3</sub>			9.42
P <sub>4</sub>			1.36
P <sub>5</sub>			96.20
W%			1.41

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_3 - P_4$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso Inicial, [g]	Peso final, [g]	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
Temiz, [g]	Temiz, [g]			
3"	76.20			
2 1/2"	83.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.500			
3/8"	8.500	4.22	0.3%	99.7%
1/4"	6.350	9.00	0.7%	99.0%
Nº 4	4.750	12.00	0.9%	98.0%
Nº 6	2.500	26.36	3.6%	96.4%
Nº 10	2.000	107.84	8.5%	87.9%
Nº 16	1.190	12.46	1.0%	88.9%
Nº 20	0.840	134.11	10.6%	78.4%
Nº 30	0.595	72.32	5.7%	70.7%
Nº 40	0.425	54.27	4.3%	66.4%
Nº 50	0.297	370.00	28.2%	37.2%
Nº 100	0.106	395.00	31.1%	68.9%
Nº 200	0.075	76.60	6.1%	100.0%
Pasa 200	14.12	1.1%	101.1%	-1.1%
Total	1,262.50			



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	1.99%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	98.00%
Índice Plástico	-	%	Finos	0.02%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP Nº 198373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGIÓN ANCASH  
**Calicata:** C-17  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 1.00

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>4</sub>			
P <sub>5</sub>			
W%			

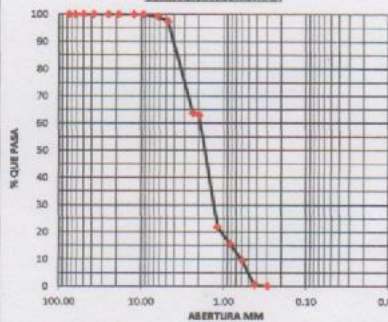
P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>4</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>5</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso inicial	1,400.80	(gr)	Peso final	1,398.81	(gr)
Tamiz, #	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret. Acum.	% Pasa
3"	76.20				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0%
1/4"	6.350	12.00	0.9%	0.9%	99.1%
Nº 4	4.750	23.00	1.6%	2.5%	97.5%
Nº 8	2.360	22.30	1.6%	4.1%	95.9%
Nº 10	2.000	450.03	32.1%	36.2%	63.8%
Nº 16	1.190	11.23	0.8%	37.0%	63.0%
Nº 20	0.840	394.00	28.1%	65.1%	34.9%
Nº 30	0.600	182.31	13.0%	78.2%	21.8%
Nº 40	0.425	86.79	6.2%	84.4%	15.6%
Nº 50	0.297	85.91	6.1%	90.5%	9.5%
Nº 100	0.106	96.86	6.9%	97.4%	2.6%
Nº 200	0.075	27.50	2.0%	99.4%	0.6%
Peso 200		6.88	0.5%	99.9%	0.1%
Total		1,398.81			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**RESULTADOS**

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	2.50%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	96.87%
Índice Plástico	-	%	Finos	0.63%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZECAYAS SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAL,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



## REGISTRO ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**Proyecto:** ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
**Solicitante:** ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
**Ubicación:** C.P. CAMBIO PUENTE - DISTRITO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**Calicata:** C-18  
**Fecha:** SETIEMBRE DEL 2019  
**Muestra:** M-1  
**Profundidad muestra (m):** 0.10 - 0.90

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>w</sub>			
P <sub>s</sub>			
W%			

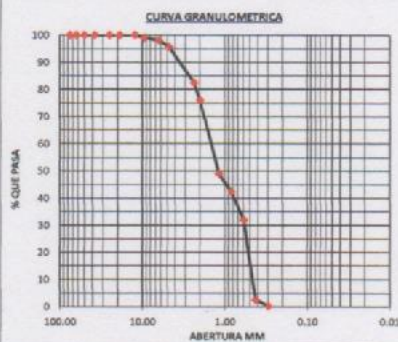
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>			
P <sub>2</sub>			
P <sub>3</sub>			
P <sub>w</sub>			
P <sub>s</sub>			
W%			

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %  
 $P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



### GRADACIÓN

Peso inicial	1,483.45	Peso final	1,479.80	
Tamiz, #	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret. Acum.
3"	76.20			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050	0.00		
1/2"	12.500	0.00		
3/8"	9.500	12.90	0.9%	0.9%
1/4"	6.350	16.30	1.1%	2.0%
Nº 4	4.750	35.80	2.4%	4.4%
Nº 8	2.360	42.20	2.8%	7.2%
Nº 10	2.000	152.20	10.3%	17.5%
Nº 16	1.190	96.30	6.5%	24.0%
Nº 20	0.840	235.20	15.9%	39.6%
Nº 30	0.595	165.20	11.1%	51.0%
Nº 40	0.425	95.20	6.5%	57.5%
Nº 50	0.297	155.20	10.5%	68.1%
Nº 100	0.106	179.20	12.1%	80.1%
Nº 200	0.075	255.50	17.3%	97.4%
Pasa 200		35.20	2.4%	99.8%
Total				0.2%



### RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	4.38%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	93.00%
Índice Plástico	-	%	Finos	2.62%

### CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A-1-B
U.S.C.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 185373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



VERSIÓN: 2014  
ELABORACIÓN: 2014  
REVISIÓN: 2014  
PROYECTO: 2014  
DISEÑO: 2014  
DIFUSIÓN: 2014  
NIVEL PRELIMINAR: 2014

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

DISEÑO DEL PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

PROYECTO DEL PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

PROYECTO DEL PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

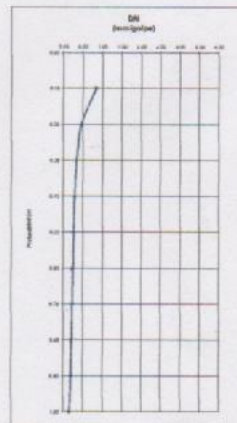
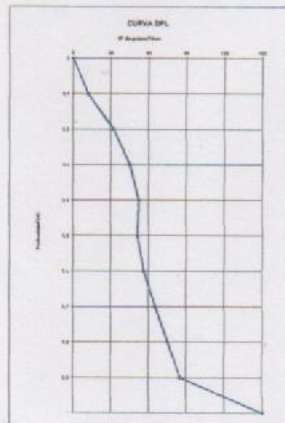
PROYECTO DEL PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

PROYECTO DEL PUENTE DE 100 METROS DE LONGITUD EN LA CARRETERA NACIONAL 100

INICIO ENSAYO: - 0.10 m

## PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA

PENETRACIÓN	NÚMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	10 cm	acumulados			
0	0	0	0.83	Arenas medias compactas	
0.10	12	12	0.45		
0.20	22	44	0.34		
0.30	45	89	0.28		
0.40	52	141	0.25	Arenas compactas a densas	
0.50	51	192	0.24		
0.60	56	248	0.22		
0.70	65	313	0.21		
0.80	75	388	0.19	Roca tipo granítica en estado de meteorización y fragmentación	
0.90	85	473	0.16		
1.00	150	623			



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.R.N. 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS

ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU

UBICACIÓN

CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019

TESISTA

DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH

FECHA

ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES

MUESTRA :

SEPTIEMBRE DEL 2019

TERRENO NATURAL

NIVEL FREÁTICO : NP

INICIO ENSAYO : -0.10 m

### RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.00	0.0					
	0.30	89.0	30.00	MEDIA	0.94	REGULAR	SP
	0.60	159.0	30.00	MEDIA	1.31	BUENO	SP
	0.90	225.0	30.00	COMPACTA	2.76	BUENO	SP
	1.00	150.0	38.00	SENSA	6.30	MUY BUENO	ROCA
01							

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.I.N. 188373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





# **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

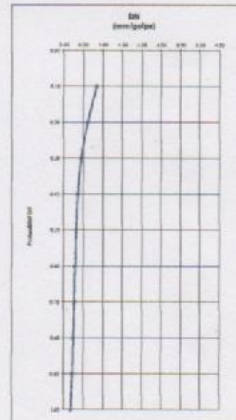
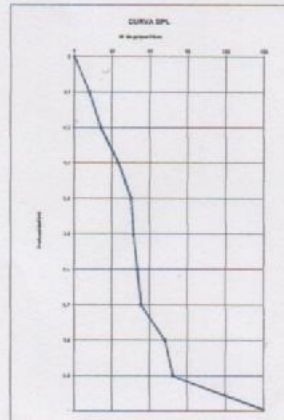


TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE PONTON DEL CARRIO PUENTE SIJÓN 01  
CLASIFICACIÓN: MÉTODO A SUELO Y SUELO, CIMENTACIÓN, 010-011-2019  
EMISIÓN: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN - INSTITUTO DEL LANTO (INILANTO)  
TÍTULO: ANÁLISIS DE LA MECANICA DE SUELOS  
FECHA: 07/01/2019, 2019  
MUESTRA: TRABAJOS NUEVO AL  
DPL: 1 82  
NIVEL FREÁTICO: NP

INICIO ENRAYO: - 0.10 m

## **PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA**

PENETRACIÓN	NÚMERO DE GOLPES		DM (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	0-10 cm	10-20 cm			
0	0	0	0.83	Arrea suelo compacto	
0.10	12	12	0.61		
0.20	21	33	0.44		
0.30	25	38	0.35		
0.40	45	113	0.31	Arrea compacta a densa	
0.50	47	160	0.29		
0.60	50	210	0.27		
0.70	53	263	0.24		
0.80	72	335	0.22	Roca tipo granítico en estado de meteorización y	
0.90	78	413	0.18		
1.00	154	567			



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIPRO-199373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR I DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU  
CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH  
TESISTA ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
FECHA SETIEMBRE DEL 2019  
MUESTRA : TERRENO NATURAL

NIVEL FREÁTICO : NP

INICIO ENSAYO : -0.10 m

### RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	q <sub>s</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.00	0.0					
	0.30	68.0	30.00	MEDIA	0.83	REGULAR	SP
	0.60	142.0	30.00	MEDIA	1.22	BUENO	SP
	0.90	203.0	30.00	COMPACTA	2.56	BUENO	SP
	1.00	154.0	38.00	DENSA	6.45	MUY BUENO	ROCA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
C.R.M. 199973  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**GEOLAB** INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES.

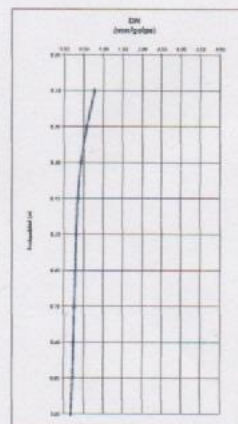
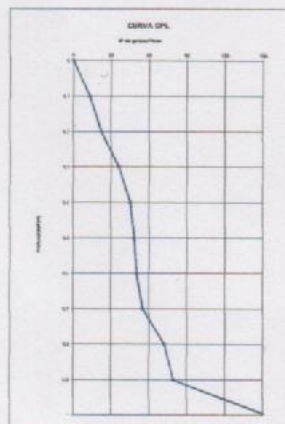
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS.

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TÍTULO	DESARROLLO DE LA RED DEL HOPPER Y DEL CICLO DE LA PLAGA DEL COMINO PLANTADO EN EL CLIMA DE LA SIERRA DE LA NEBLINA, CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE BOLÍVAR
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR - PROVINCIA DE LA NEBLINA - CANTÓN COTACACHI
FECHA	AGOSTO DE 1989
FECHA DE RECEPCIÓN	15 DE AGOSTO DE 1989
FECHA DE ENTREGA	15 DE AGOSTO DE 1989
DPL	2
NÚMERO DE FOLIOS	10
FECHA DE ENTREGA	15 DE AGOSTO DE 1989

## PENETRACION DINAMICA LIBRE

[illegible]

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES C.A.  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
*W. Wilson*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS ZONIFICACION DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGUN SU  
CLASIFICACION MEDIANTE EL METODO AASHTO y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH - 2019  
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA- REGION ANCASH  
TESISTA ANDERSON DANIEL BERNAL ROSALES  
FECHA SEPTIEMBRE DEL 2019  
MUESTRA : TERRENO NATURAL

NIVEL FREÁTICO : NP

INICIO ENSAYO : -0.10 m

### RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Consistencia	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0.00	0.0					
	0.30	71.0	30.00	MEDIA	0.76	REGULAR	SP
	0.60	143.0	30.00	MEDIA	1.21	BUENO	SP
	0.90	208.0	30.00	COMPACTA	2.44	BUENO	SP
	1.00	154.0	38.00	DENSA	6.11	MUY BUENO	ROCA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

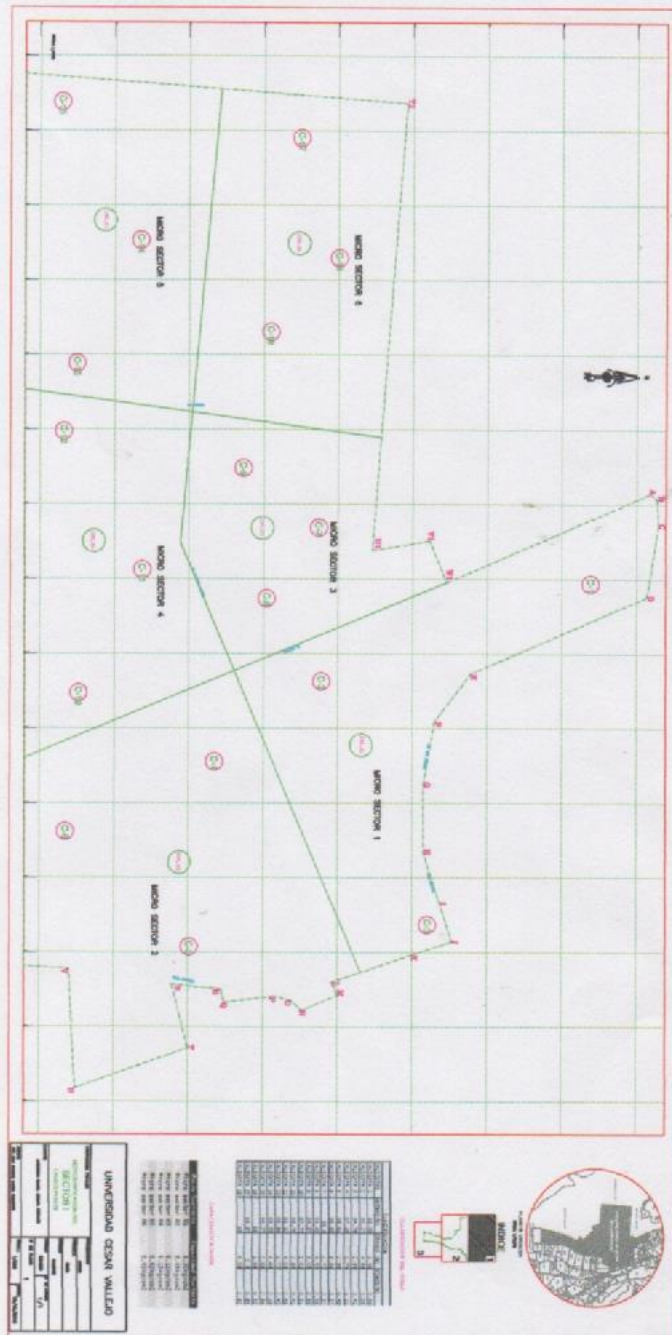


### ANEXO Plano De Ubicación De Sondeos

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*W. Zelaya*  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP-195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 9865888  
E-mail: wilze822@hotmail.com.





## **ANEXO 04: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : T 079-2019  
Fecha de Emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES  
E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -  
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : POCKET SCALE

Modelo : MH-SERIES

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 200 g

División de Escala  
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

Fecha de Calibración : 2019-02-15

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.


#### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2006; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

#### 4. Lugar de Calibración

Jr. TENIENTE JIMENEZ URB. LA CAMPIÑA - CHORRILLOS - LIMA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión S.A.C.

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 2 de 3

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	26,8 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

### 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018

### 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 100,00 g			Carga L2= 200,00 g		
	g	ΔL(mg)	E(mg)	g	ΔL(mg)	E(mg)
1	100,00	6	44	200,00	7	43
2	100,00	7	43	200,01	6	54
3	99,99	4	36	200,01	6	54
4	100,00	6	44	200,02	4	66
5	100,00	8	42	200,00	5	45
6	100,00	9	41	200,02	5	66
7	99,99	5	35	200,01	6	54
8	100,00	6	44	200,00	6	42
9	100,00	7	43	200,02	6	54
10	100,00	8	42	200,02	8	62
Diferencia Máxima			9			
Error máximo permitido ±			200 mg	±		



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-08.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



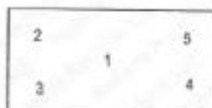


Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

## ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal					Inicial		Final		
Temp. (°C)					25,4		25,9		
Posición de la Carga	Determinación de $E_d$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	R(g)	$\Delta L$ (mg)	$E_d$ (mg)	Carga (g)	R(g)	$\Delta L$ (mg)	$E$ (mg)	$E_c$ (mg)
1	0,10	0,10	6	44	60,00	60,00	7	43	-1
2		0,10	7	43		60,01	6	54	11
3		0,10	8	42		60,05	8	22	-20
4		0,10	9	41		60,02	9	61	20
5		0,10	8	42		60,02	7	63	21
(*) valor entre 0 y 10 g					Error máximo permitido: $\pm$ 200 mg				

(\*) valor entre 0 y 10 e

## ENSAYO DE PESAJE

Temperatura (°C)									
Inicial					Final				
Temp. (°C)					25,6	25,8			
Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(mg) t(mg)
	R(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	R(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	
0,10	0,10	6	44						100
0,20	0,20	6	44	0	0,20	8	42	-2	100
0,50	0,50	7	43	-1	0,50	9	41	-3	100
1,00	1,00	8	42	-2	1,00	9	41	-3	100
2,00	2,00	9	41	-3	2,00	8	42	-2	100
20,00	20,00	8	42	-2	20,00	8	42	-2	100
50,00	50,00	6	44	0	50,00	7	43	-1	100
80,00	80,01	4	56	12	80,00	5	45	1	200
100,00	100,00	8	42	-2	100,01	6	54	10	200
150,00	150,02	6	64	20	150,01	5	55	11	200
200,00	200,02	4	66	22	200,02	4	66	22	200

(\*) error máximo permitido

## Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0005778 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00176 \text{ g}^2 + 0,000000348 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza     $\Delta L$ : Carga incrementada    E: Error encontrado     $E_d$ : Error en cero     $E_c$ : Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
LL 316 - 2019**

EXPEDIENTE : 145 - 2019  
FECHA DE EMISION : 08-04-2019  
PAGINA : 1 DE 2

**1. SOLICITANTE : C & I CONSULTORES E INGENIERIA E.I.R.L.**

**DIRECCION : JIRON TANGAY MZ. B LOTE 07 P.J. 03 DE OCTUBRE NUEVO CHIMBOTE**

**2. INSTRUMENTO DE MEDICION : COPA CASAGRANDE**

MARCA DE COPA : NO INDICA

SERIE DE COPA : NO INDICA

CONTOMETRO : ANALOGICO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION**

P.J. 03 DE OCTUBRE JR. TANGAY MZ. B LOTE 07 - NUEVO CHIMBOTE

05 DE ABRIL DEL 2019

**4. METODO DE CALIBRACION**

CALIBRACION EFECTUADA POR COMPARACION CON PATRONES CERTIFICADOS

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	MITUTOYO	LLA-028-2012	SNM-INDECOPI
REGLA METALICA	MITUTOYO	LLA-152-2012	

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**6. CONDICIONES AMBIENTALES**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17,8	17,9
Humedad %	60	60

**7. OBSERVACIONES**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Capcha  
GERENTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



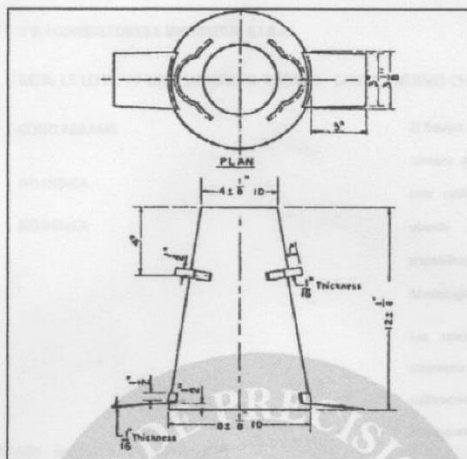
PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Angeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

# CERTIFICADO DE CALIBRACION

LL 316 - 2019

PÁGINA : 2 de 2



Numeros de Mediciones	Medicion Estándar según norma ASTM C 143/C								
	2 mm	3 mm	15 mm	25 mm	75 mm	80 mm	100 mm	200 mm	300 mm
1	2,01	2,98	15,08	25,30	75,09	79,45	100,23	200,23	300,25
2	2,01	3,00	15,07	25,35	74,98	79,36	100,56	200,32	300,56
3	2,00	2,99	15,08	25,32	75,03	79,25	100,45	200,32	300,41
PROMEDIO	2,01	2,99	15,08	25,32	75,03	79,35	100,41	200,29	300,41



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Capcha  
GERENTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



**PUNTO DE  
PRECISION S.A.C**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
LLG 016 - 2019**

EXPEDIENTE : 145-2019  
FECHA DE EMISION : 08-04-2019  
PAGINA : 1 DE 2

**1. SOLICITANTE** : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
**DIRECCION** : MZA. B LOTE 07 P.J. 03 DE OCTUBRE - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TAMICES

**MEDIDAS** : 1/4", 1/2", 3/4", 3/8", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3"  
4,8,10,16,20,30,40,50,60,80,100,200

**CANTIDAD** : 21

**MATERIAL** : ACERO INOXIDABLE

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION**  
MZA. B LOTE 07 P.J. 03 DE OCTUBRE - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
05 - ABRIL - 2019

**4. METODO DE CALIBRACION**

CALIBRACIÓN EFECTUADA POR COMPARACIÓN CON PATRONES CERTIFICADOS

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	MITUTOYO	LLA-028-2012	SNM-INDECOPI
LUPA MICROSCOPICA			

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,4	18,6
Humedad %	55	55

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACION SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISION S.A.C.



PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
Raquel Y. Loayza Capcha  
GERENTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



CERTIFICADO DE CALIBRACION  
LIG 016 - 2019

PÁGINA : 2 DE 2

ITEM	IDENTIFICACION	MARCA	TAMICES N°	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm
1	LL 295	NO INDICA	3"	74.56	74.89	74.57	74.84	63.02	63.14	62.99	63.54	74.72	75.00	0.28
2	LL 296	NO INDICA	2 1/2"	63.12	63.45	62.87	63.23	50.21	49.68	49.54	49.87	63.17	63.81	0.64
3	LL 297	NO INDICA	2"	49.78	49.98	49.98	50.12	37.14	37.52	37.51	37.5	49.89	50.00	0.11
4	LL 298	NO INDICA	1 1/2"	37.45	36.98	37.62	37.02	24.78	24.1	24.33	24.51	37.34	37.50	0.16
5	LL 299	NO INDICA	1"	24.24	24.51	24.63	23.45	18.74	18.69	18.74	18.54	24.32	25.00	0.68
6	LL 300	NO INDICA	3/4"	18.56	18.74	18.56	18.52	12.51	12.13	12.26	12.45	18.64	19.00	0.36
7	LL 301	NO INDICA	1/2"	12.41	12.63	12.45	12.35	9.21	9.17	9.21	9.5	12.40	12.50	0.10
8	LL 302	NO INDICA	3/8"	9.74	9.63	9.40	9.32	6.24	6.14	6.33	6.14	9.40	9.50	0.10
9	LL 303	NO INDICA	1/4"	6.37	6.45	6.24	6.24	4.35	4.25	4.51	4.52	6.28	6.30	0.02
10	LL 304	NO INDICA	4	4.71	4.35	4.25	4.61	2.48	2.38	2.37	2.37	4.44	4.75	0.31
11	LL 305	NO INDICA	8	2.40	2.40	2.42	2.48	2.08	2.14	2.13	2.03	2.39	2.36	-0.03
12	LL 306	NO INDICA	10	2.06	2.03	2.03	2.17	1.26	1.23	1.24	1.13	2.08	2.00	-0.08
13	LL 307	NO INDICA	16	1.24	1.08	1.24	1.08	1.26	1.23	1.24	1.13	1.19	1.18	-0.01

ITEM	IDENTIFICACION	MARCA	TAMICES N°	1 µm	2 µm	3 µm	4 µm	5 µm	6 µm	7 µm	8 µm	PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm
14	LL 308	NO INDICA	20	850	850	840	840	850	860	850	860	850.00	850	0.00
15	LL 309	NO INDICA	30	600	595	610	600	590	600	610	600	590.63	600	-0.63
16	LL 310	NO INDICA	40	425	420	430	425	430	430	425	420	425.63	425	-0.63
17	LL 311	NO INDICA	50	320	300	290	300	290	310	300	290	300.00	300	0.00
18	LL 312	NO INDICA	60	255	240	250	250	250	255	250	250	250.00	250	0.00
19	LL 313	NO INDICA	80	180	190	180	180	170	180	180	180	180.00	180	0.00
20	LL 314	NO INDICA	100	160	150	150	155	150	150	140	145	150.00	150	0.00
21	LL 315	NO INDICA	200	70	70	80	75	80	75	70	80	75.00	75	0.00

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.

PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
RAQUEL Y. GARCIA CAPCHA  
GERENTE



## **ANEXO 05: NORMA E-050**



# **NORMA E.050**

## **SUELOS Y CIMENTACIONES**

### **CAPÍTULO 1 GENERALIDADES**

#### **Artículo 1 OBJETIVO**

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (**EMS**), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los **EMS** se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

#### **Artículo 2 ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El ámbito de aplicación de la presente Norma comprende todo el territorio nacional.

Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas.

La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

#### **Artículo 3 OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS**

##### **3.1 Casos donde existe obligatoriedad**

Es obligatorio efectuar el **EMS** en los siguientes casos:

- a) Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.

Cualquier edificación no mencionada en a) de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup> de área techada en planta.

- c) Cualquier edificación no mencionada en a) de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- e) Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- f) Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g) Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

En los casos en que es obligatorio efectuar un **EMS**, de acuerdo a lo indicado en esta Sección, el informe del **EMS** correspondiente deberá ser firmado por un **Profesional Responsable (PR)**.

En estos mismos casos deberá incluirse en los planos de cimentación una transcripción literal del “Resumen de las Condiciones de Cimentación” del **EMS** (Ver Artículo 12 (12.1a)).

### 3.2 Casos donde no existe obligatoriedad

Sólo en caso de lugares con condiciones de cimentación conocida, debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en planta menores que 500 m<sup>2</sup> y altura menor de cuatro pisos, podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, las mismas que deberán figurar en un recuadro en el plano de cimentación con la firma del **PR** que efectuó la estimación, quedando bajo su responsabilidad la información proporcionada. La estimación efectuada deberá basarse en no menos de 3 puntos de investigación hasta la profundidad mínima “p” indicada en el Artículo 11 (11.2c).

El **PR** no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad. En caso que la estimación indique la necesidad de usar cimentación especial, profunda o por platea, se deberá efectuar un **EMS**.

#### **Artículo 4 ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS (*EMS*)**

Son aquellos que cumplen con la presente Norma, que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el Programa de Investigación descrito en el Artículo 11.

#### **Artículo 5 ALCANCE DEL *EMS***

La información del *EMS* es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del *EMS*, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

#### **Artículo 6 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL POR EL *EMS***

Todo *EMS* deberá ser firmado por el *PR*, que por lo mismo asume la responsabilidad del contenido y de las conclusiones del informe. El *PR* no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

#### **Artículo 7 RESPONSABILIDAD POR APLICACIÓN DE LA NORMA**

Las entidades encargadas de otorgar la ejecución de las obras y la Licencia de Construcción son las responsables de hacer cumplir esta Norma. Dichas entidades no autorizarán la ejecución de las obras, si el proyecto no cuenta con un *EMS*, para el área y tipo de obra específico.

#### **Artículo 8 RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE**

Proporcionar la información indicada en el Artículo 9 y garantizar el libre acceso al terreno para efectuar la investigación del campo.

## CAPÍTULO 2 ESTUDIOS

### Artículo 9      **INFORMACIÓN PREVIA**

Es la que se requiere para ejecutar el **EMS**. Los datos indicados en los Artículos 9 (9.1, 9.2a, 9.2b y 9.3) serán proporcionados por quien solicita el **EMS** (El Solicitante) al **PR** antes de ejecutarlo. Los datos indicados en las Secciones restantes serán obtenidos por el **PR**.

#### **9.1              Del terreno a investigar**

- a) Plano de ubicación y accesos
- b) Plano topográfico con curvas de nivel. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5%, bastará un levantamiento planimétrico. En todos los casos se harán indicaciones de linderos, usos del terreno, obras anteriores, obras existentes, situación y disposición de acequias y drenajes. En el plano deberá indicarse también, la ubicación prevista para las obras. De no ser así, el programa de Investigación (Artículo 11), cubrirá toda el área del terreno. c) La situación legal del terreno.

#### **9.2              De la obra a cimentar**

- a) Características generales acerca del uso que se le dará, número de pisos, niveles de piso terminado, área aproximada, tipo de estructura, número de sótanos, luces y cargas estimadas.
- b) En el caso de edificaciones especiales (que transmitan cargas concentradas importantes, que presenten luces grandes, alberguen maquinaria pesada o que vibren, que generen calor o frío o que usen cantidades importantes de agua), deberá contarse con la indicación de la magnitud de las cargas a transmitirse a la cimentación y niveles de piso terminado, o los parámetros dinámicos de la máquina, las tolerancias de las estructuras a movimientos totales o diferenciales y sus condiciones límite de servicio y las eventuales vibraciones o efectos térmicos generados en la utilización de la estructura.
- c) Los movimientos de tierras ejecutados y los previstos en el proyecto.
- d) Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (**PIM**) del **EMS** (Artículo 11 (11.2)), las edificaciones serán calificadas, según la Tabla N° 1, donde **A**, **B** y **C** designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el **A** más exigente que el **B** y éste que el **C**.

<p align="center"><b>TABLA N° 1</b> <b>TIPO DE EDIFICACIÓN</b></p>					
CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	---	---
BASES DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
<p>Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.</p>					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		9 m de altura	9 m de altura		
		B	A		

### 9.3 Datos generales de la zona

El **PR** recibirá del Solicitante los datos disponibles del terreno sobre:

- Usos anteriores (terreno de cultivo, cantera, explotación minera, botadero, relleno sanitario, etc.).
- Construcciones antiguas, restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al **EMS**.

### 9.4 De los terrenos colindantes

Datos disponibles sobre **EMS** efectuados

### 9.5 De las edificaciones adyacentes

Números de pisos incluidos sótanos, tipo y estado de las estructuras. De ser posible tipo y nivel de cimentación.

### 9.6 Otra información



Cuando el **PR** lo considere necesario, deberá incluir cualquier otra información de carácter técnico, relacionada con el **EMS**, que pueda afectar la capacidad portante, deformabilidad y/o la estabilidad del terreno.

## Artículo 10 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

### 10.1 Técnicas de Investigación de Campo

Las Técnicas de Investigación de Campo aplicables en los **EMS** son las indicadas en la Tabla N° 2.

TABLA N° 2	
TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería(sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual – manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)
Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jebe **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado ( DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***

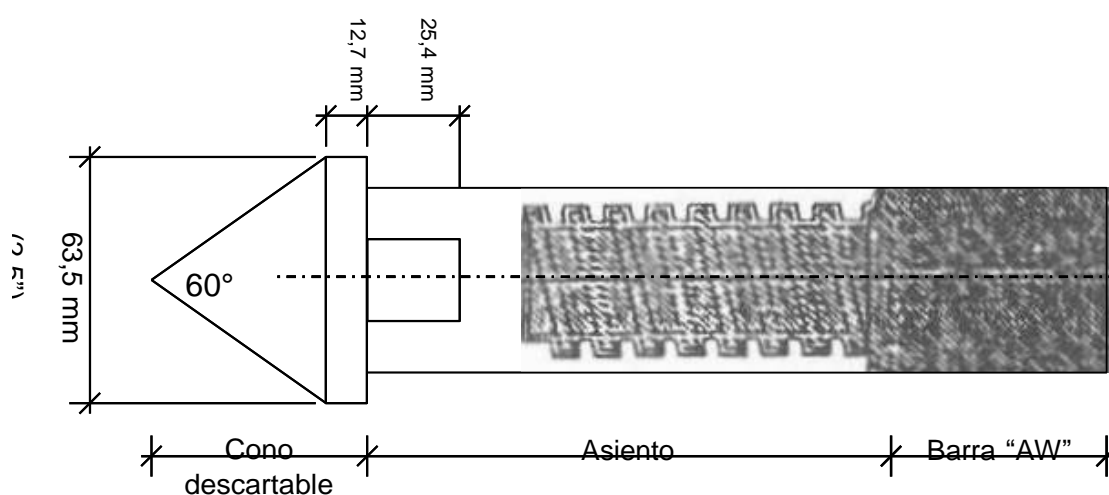
\* En todos los casos se utilizará la última versión de la Norma.

\*\* Estos ensayos solo se emplearán para el control de la compactación de rellenos Controlados o de Ingeniería.

\*\*\* Se aplicará lo indicado en la Norma UNE 103-801:1994 (peso del martillo, altura de caída, método de ensayo, etc.) con excepción de lo siguiente: Las Barras serán reemplazadas por las "AW", que son las usadas en el ensayo SPT, NTP339.133 (ASTM D1586) y la punta cónica se reemplazará por un cono de 6,35 cm (2.5 pulgadas) de diámetro y 60° de ángulo en la punta según se muestra en la Figura 1. El número de golpes se registrará cada 0,15 m y se graficará cada 0,30 m.  $C_n$  es la suma de golpes por cada 0,30 m

**NOTA:** Los ensayos de densidad de campo, no podrán emplearse para determinar la densidad relativa y la presión admisible de un suelo arenoso.

**FIGURA N° 1**



10.2

A

## **plicación de las Técnicas de Investigación**

La investigación de campo se realizará de acuerdo a lo indicado en el presente Capítulo, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplicará la “Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción” NTP 339.162 (ASTM D420).

### **a) Pozos o Calicatas y Trincheras**

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y

---

Ver Anexo II

trincheras serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El **PR** deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

### **b) Perforaciones Manuales y Mecánicas**

Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforación mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

#### **b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecánico**

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30 m.

#### **b-2) Perforaciones por Lavado con Agua.**

Se recomiendan para diámetros menores a 0,100 m. Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

**c) Método de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) NTP 339.133 (ASTM D 1586)**

Los Ensayos de Penetración Estándar (**SPT**) son aplicables, según se indica en la Tabla N° 3

No se recomienda ejecutar ensayos **SPT** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

**d) Ensayo de Penetración Cuasi-Estática Profunda de Suelos con Cono y Cono de Fricción (CPT) NTP339.148 (ASTM D 3441)**

Este método se conoce también como el cono Holandés. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**e) Cono Dinámico Superpesado (DPSH) UNE 103-801:1994**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **DPSH** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**f) Cono Dinámico Tipo Peck UNE 103-801:1994 ver tabla (2)**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutar ensayos **Tipo Peck** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**g) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL) NTP339.159 (DIN 4094)**

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos **DPL** en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones. Véase aplicación en la Tabla N° 3.

**h) Método Normalizado para Ensayo de Corte con Veleta de Campo en Suelos Cohesivos NTP 339.155 (ASTM D 2573)**

Este ensayo es aplicable únicamente cuando se trata de suelos cohesivos saturados desprovistos de arena o grava, como complemento de la información obtenida mediante calicatas o perforaciones. Su aplicación se indica en la Tabla N° 3.

**i) Método de Ensayo Normalizado para la Capacidad Portante del Suelo por Carga Estática y para Cimientos Aislados NTP 339.153 (ASTM D 1194)**

Las pruebas de carga deben ser precedidas por un **EMS** y se recomienda su uso únicamente cuando el suelo a ensayar es



tridimensionalmente homogéneo, comprende la profundidad activa de la cimentación y es semejante al ubicado bajo el plato de carga. Las aplicaciones y limitaciones de estos ensayos, se indican en la Tabla N° 3.

TABLA N° 3 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS								
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Parámetro a obtener <sup>(2)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>
SPT	NTP 339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N <sub>20</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo	UNE 801:1994 <sup>(4)</sup>	n	SW, SP, SM, SC-SM		n	CL, ML, SC, MH, CH		Lo e
CPT	NTP 339.148 (ASTM D3441) NTP	Auscultación	excepto gravas	q <sub>c</sub> , f <sub>c</sub>	Auscultación	MH, CH	Calicata	Gravas
DPL	339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo <sup>(3)</sup>	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación / Calicata	CL, ML, CH, MH Suelos granulares	C <sub>u</sub> , St	---	---	---	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	---	y rocas	blanda s	nto vs. Presión			

(1) Según Clasificación **SUCS**, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

$C_u$  = Cohesión en condiciones no drenadas.

$N$  = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el ensayo estándar de penetración.

$N_{20}$  = Número de golpes por cada 0,20 m de penetración mediante auscultación con DPSH

$C_n$  = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración mediante auscultación con Cono Tipo Peck.

$n$  = Número de golpes por cada 0,10 m de penetración mediante auscultación con DPL.

$q_c$  = Resistencia de punta del cono en unidades de presión.

$f_c$  = Fricción en el manguito.

$St$  = Sensitividad.

(3) Sólo para suelos finos saturados, sin arenas ni gravas.

(4) Ver Tabla 3.

Nota. Ver títulos de las Normas en la Tabla 2.

### 10.3 Correlación entre ensayos y propiedades de los suelos

En base a los parámetros obtenidos en los ensayos “in situ” y mediante correlaciones debidamente comprobadas, el **PR** puede obtener valores de resistencia al corte no drenado, ángulo de fricción interna, relación de preconsolidación, relación entre asentamientos y carga, coeficiente de balasto, módulo de elasticidad, entre otros.

### 10.4 Tipos de Muestras

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla N° 4, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

TABLA N° 4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a

Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

## 10.5 Ensayos de Laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla N° 5

<b>TABLA N° 5</b> <b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	
<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)

Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

## 10.6 Compatibilización de perfiles estratigráficos

En el laboratorio se seleccionarán muestras típicas para ejecutar con ellas ensayos de clasificación. Como resultado de estos ensayos, las muestras se clasificarán, en todos los casos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS NTP 339.134 (ASTM D 2487) y los resultados de esta clasificación serán comparados con la descripción visual – manual NTP 339.150 (ASTM D 2488) obtenida para el perfil estratigráfico de campo, procediéndose a compatibilizar las diferencias existentes a fin de obtener el perfil estratigráfico definitivo, que se incluirá en el informe final.

## Artículo 11 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

### 11.1 Generalidades

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- Condiciones de frontera.
- Número  $n$  de puntos a investigar.
- Profundidad  $p$  a alcanzar en cada punto.
- Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- Número y tipo de muestras a extraer.
- Ensayos a realizar “In situ” y en el laboratorio.

Un **EMS** puede plantearse inicialmente con un **PIM (Programa de Investigación Mínimo)**, debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

### 11.2 Programa de Investigación Mínimo - PIM

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un **EMS**, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

De no cumplirse las condiciones indicadas, el **PR** deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del **EMS**.

**a) Condiciones de Frontera**

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a-1)** No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades.
- a-2)** No existen edificaciones situadas a menos de 100 metros del terreno a edificar que presenten anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación.
- a-3)** El tipo de edificación (Tabla N° 1) a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 metros.
- a-4)** El número de plantas del edificio a cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 metros.
- a-5)** Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 metros y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial.
- a-6)** La cimentación prevista para el edificio en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1,5 metros.

**b) Número “n” de puntos de Investigación**

El número de puntos de investigación se determina en la Tabla N° 6 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por éste.

<b>TABLA N° 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Tipo de edificación</b>	<b>Número de <i>puntos de investigación</i> (n)</b>
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

**(n)** nunca será menor de 3.



Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, **n** se determinará en función del área en planta de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, **n** se determinará en función del área total del terreno.

**c) Profundidad “p” mínima a alcanzar en cada punto de Investigación**

**c-1) Cimentación Superficial**

Se determina de la siguiente manera:

EDIFICACIÓN SIN SÓTANO:

$$p \geq D_f + z$$

EDIFICACIÓN CON SÓTANO:

$$p \geq h + D_f + z$$

Donde:

**D<sub>f</sub>**= En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

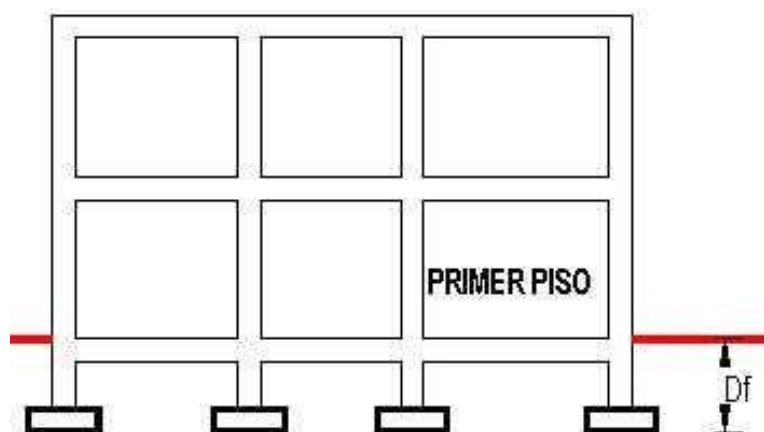
**h** = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

**z** = 1,5 **B**; siendo **B** el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

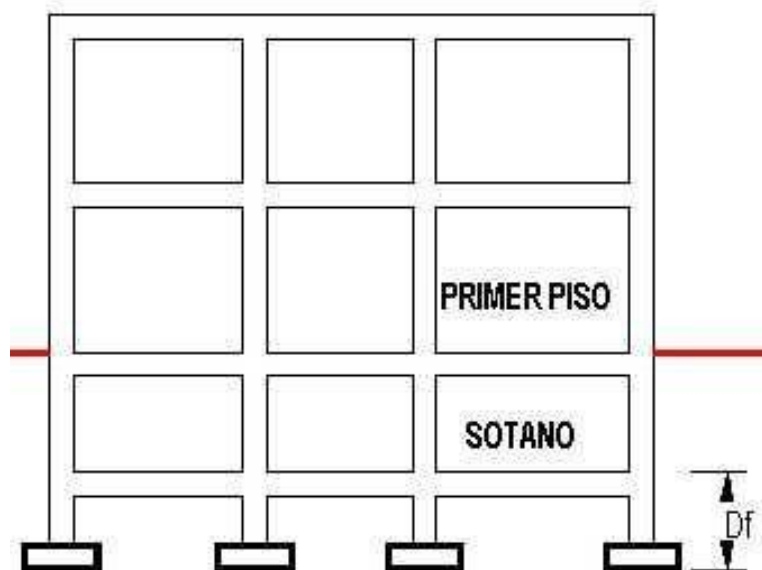
En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar una profundidad **z** menor a 1,5 **B**. En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 m.

En ningún caso **p** será menor de 3 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad **p**, en cuyo caso el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

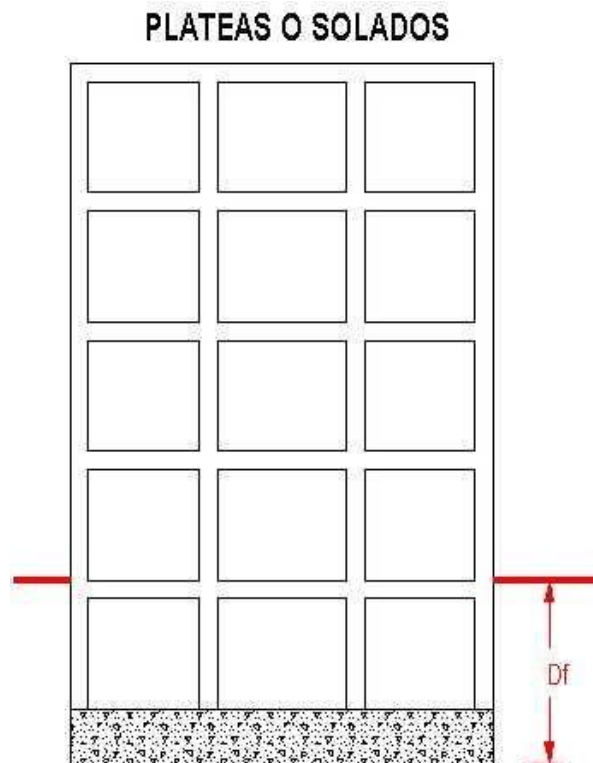
**FIGURA Nº 2 (C1)**



**PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ( $D_f$ ) EN ZAPATAS SUPERFICIALES**



**PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ( $D_f$ ) EN ZAPATAS BAJO SÓTANOS**



PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ( $D_f$ ) EN PLATEAS O SOLADOS

### c-2) Cimentación Profunda

La profundidad mínima de investigación, corresponderá a la longitud del elemento que transmite la carga a mayores profundidades (pilote, pilar, etc.), más la profundidad  $z$ .

$$p \quad h \quad D_f \quad z$$

Donde:

$D_f$  = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el extremo de la cimentación profunda (pilote, pilares, etc.). En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el extremo de la cimentación profunda.

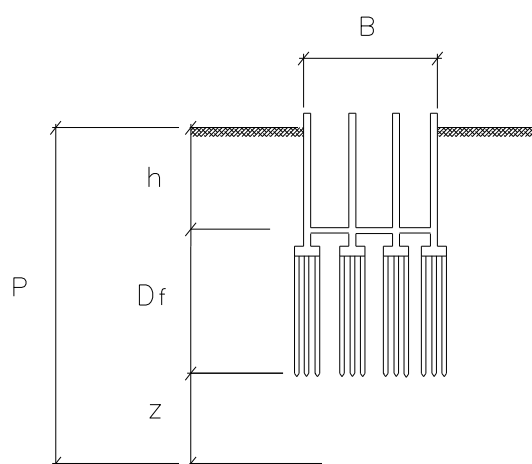
$h$  = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z$  = 6,00 metros, en el 80 % de los sondeos.

= 1,5  $B$ , en el 20 % de los sondeos, siendo  $B$  el ancho de la cimentación, delimitada por los puntos de todos los pilotes o las bases de todos los pilares.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato de suelo resistente que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación en la zona, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar para **p**, la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual en el caso de cimentaciones profundas no deberá ser menor de 5 m . Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad **p**, el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado, en una longitud mínima de 3 m.

**Figura N° 3 (c-2)**



**d) Distribución de los puntos de Investigación**

Se distribuirán adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

**e) Número y tipo de muestras a extraer**

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca, se tomará en cada sondaje una muestra tipo **Mab** por estrato, o al menos una cada 2 metros de profundidad hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista **D<sub>f</sub>** y a partir de éste una muestra tipo **Mib** o **Mit** cada metro, hasta alcanzar la profundidad **p**, tomándose la primera muestra en el propio plano de la cimentación.

Cuando no sea posible obtener una muestra tipo **Mib** o **Mit**, ésta se sustituirá por un ensayo “in situ” y una muestra tipo **Mab**.

**f) Ensayos a realizar “in situ” y en laboratorio**

Se realizarán, sobre los estratos típicos y/o sobre las muestras extraídas según las Normas indicadas en las Tabla N° 3 y Tabla N° 5. Las determinaciones a realizar, así como lo mínimo de muestras a ensayar será determinado por el **PR**.

## **Artículo 12    INFORME DEL EMS**

El informe del **EMS** comprenderá:

- Memoria Descriptiva
- Planos de Ubicación de las Obras y de Distribución de los Puntos de Investigación.
- Perfiles de Suelos
- Resultados de los Ensayos “in situ” y de Laboratorio

### **12.1            Memoria Descriptiva**

#### **a)      Resumen de las Condiciones de Cimentación**

Descripción resumida de todos y cada uno de los tópicos principales del informe:

- Tipo de cimentación.
- Estrato de apoyo de la cimentación.
- Parámetros de diseño para la cimentación (Profundidad de la Cimentación, Presión Admisible, Factor de Seguridad por Corte y Asentamiento Diferencial o Total).
- Agresividad del suelo a la cimentación..
- Recomendaciones adicionales.

#### **b)      Información Previa**

Descripción detallada de la información recibida de quien solicita el **EMS** y de la recolectada por el **PR** de acuerdo al Artículo 9.

#### **c)      Exploración de Campo**

Descripción de los pozos, calicatas, trincheras, perforaciones y auscultaciones, así como de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.

#### **d)      Ensayos de Laboratorio**

Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las Normas empleadas.



**e) Perfil del Suelo**

**f)**

Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134 (ASTM D 2487), plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2488).

**f) Nivel de la Napa Freática**

Ubicación de la napa freática, indicando la fecha de medición y comentarios sobre su variación en el tiempo.

**g) Análisis de la Cimentación**

Descripción de las características físico – mecánicas de los suelos que controlan el diseño de la cimentación. Análisis y diseño de solución para cimentación. Se incluirá memorias de cálculo en cada caso, en la que deberán indicarse todos los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. En esta Sección se incluirá como mínimo:

- Memoria de cálculo.
- Tipo de cimentación y otras soluciones si las hubiera.
- Profundidad de cimentación ( $D_f$ ).
- Determinación de la carga de rotura al corte y factor de seguridad ( $FS$ ).
- Estimación de los asentamientos que sufriría la estructura con la carga aplicada (diferenciales y/o totales).
- Presión admisible del terreno.
- Indicación de las precauciones especiales que deberá tomar el diseñador o el constructor de la obra, como consecuencia de las características particulares del terreno investigado (efecto de la napa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.)
- Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzada.
- Otros parámetros que se requieran para el diseño o construcción de las estructuras y cuyo valor dependa directamente del suelo.

**h) Efecto del Sismo**

En concordancia con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, el **EMS** proporcionará como mínimo lo siguiente:

- El Factor de Suelo (**S**) y
- El Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo ( $T_p(\mathbf{S})$ ). Para una condición de suelo o estructura que lo amerite, el **PR** deberá recomendar la medición “in situ” del Período Fundamental del Suelo, a partir del cual se determinarán los parámetros indicados.

En el caso que se encuentren suelos granulares saturados sumergidos de los tipos: arenas, limos no plásticos o gravas contenidas en una matriz de estos materiales, el **EMS** deberá evaluar el potencial de licuefacción de suelos, de acuerdo al Artículo 32.

## 12.2 Planos y Perfiles de Suelos

**a) Plano de Ubicación del Programa de Exploración**

Plano topográfico o planimétrico (ver el Artículo 9 (9.1)) del terreno, relacionado a una base de referencia y mostrando la ubicación física de la cota (o **BM**) de referencia utilizada. En el plano de ubicación se empleará la nomenclatura indicada en la Tabla N° 7.

TABLA N° 7 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		
TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C – n	
Perforación	P – n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A – n	

**n** – número correlativo de sondaje.

**b) Perfil Estratigráfico por Punto Investigado**



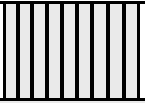
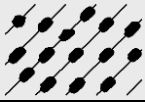


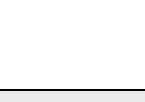

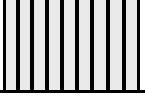
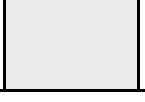

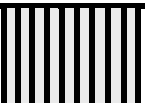


Debe incluirse la información del Perfil del Suelo indicada en el Artículo 12 (12.1e), así como las muestras obtenidas y los resultados de los ensayos “in situ”. Se sugiere incluir los símbolos gráficos indicados en la Figura N° 4.

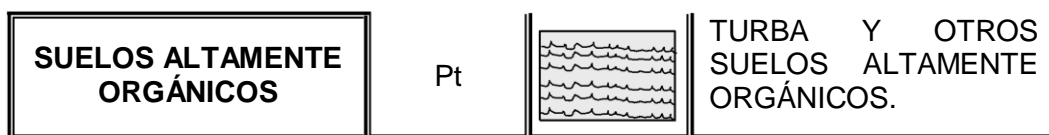
**12.3**

**Resultados de los Ensayos de Laboratorio**

Se incluirán todos los gráficos y resultados obtenidos en el Laboratorio según la aplicación de

**FIGURA N° 4**  
**Simbología de Suelos (Referencial)**

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA GRADUADA BIEN
		GP		GRAVA GRADUADA MAL
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA GRADUADA BIEN
		SP		ARENA GRADUADA MAL
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD



### CAPÍTULO 3

#### ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

#### Artículo 13 CARGAS A UTILIZAR

Para la elaboración de las conclusiones del **EMS**, y en caso de contar con la información de las cargas de la edificación, se deberán considerar:

- a) Para el cálculo del factor de seguridad de cimentaciones: se utilizarán como cargas aplicadas a la cimentación, las Cargas de Servicio que se utilizan para el diseño estructural de las columnas del nivel más bajo de la edificación.
- b) Para el cálculo del asentamiento de cimentaciones apoyadas sobre suelos granulares: se deberá considerar la máxima carga vertical que actúe (Carga Muerta más Carga Viva más Sismo) utilizada para el diseño de las columnas del nivel más bajo de la edificación.
- c) Para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos: se considerará la Carga Muerta más el 50% de la Carga Viva, sin considerar la reducción que permite la Norma Técnica de Edificación E .020 Cargas.
- d) Para el cálculo de asentamientos, en el caso de edificaciones con sótanos en las cuales se emplee plateas o losas de cimentación, se podrá descontar de la carga total de la estructura (carga muerta más sobrecarga más el peso de losa de cimentación) el peso del suelo excavado para la construcción de los sótanos.

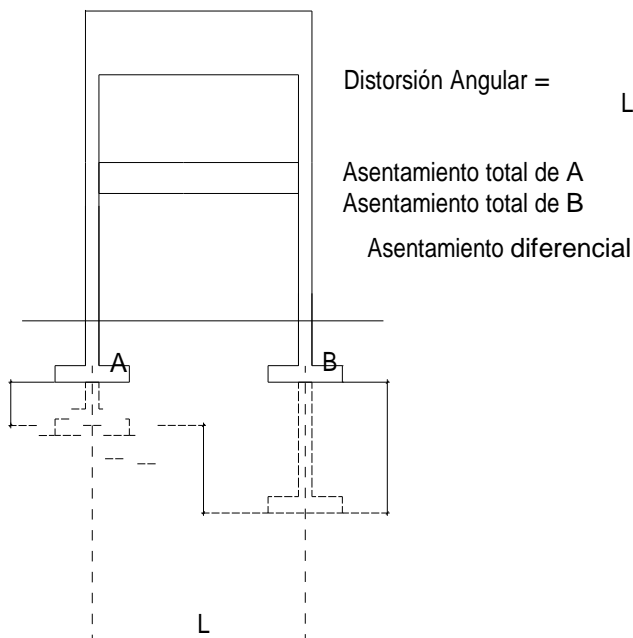
#### Artículo 14 ASENTAMIENTO TOLERABLE

En todo **EMS** se deberá indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial (Figura N° 5) no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla N° 8.

En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.



**FIGURA N° 5**  
**Asentamiento Diferencial**



<b>TABLA N° 8</b> <b>DISTORSIÓN ANGULAR =</b>	
<b>= /L</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

## **Artículo 15 CAPACIDAD DE CARGA**

La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcillosa), se empleará un ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) igual a cero.

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se empleará una cohesión ( $c$ ) igual a cero.

## **Artículo 16 FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE**

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

## **Artículo 17 PRESIÓN ADMISIBLE**

La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

- a) Profundidad de cimentación.
- b) Dimensión de los elementos de la cimentación.
- c) Características físico – mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- d) Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la estructura.
- e) Probable modificación de las características físico – mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- f) Asentamiento tolerable de la estructura.

**La presión admisible será la menor de la que se obtenga mediante:**

- a) La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por corte afectada por el factor de seguridad correspondiente (Ver el Artículo 16).
- b) La presión que cause el asentamiento admisible.

## CAPÍTULO 4

### CIMENTACIONES SUPERFICIALES

#### Artículo 18 DEFINICIÓN

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho ( $D_f/B$ ) es menor o igual a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

#### Artículo 19 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos, es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación estará referida al nivel del piso del sótano. En el caso de plateas o losas de cimentación la profundidad será la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural.

La profundidad de cimentación quedará definida por el **PR** y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo-deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0,80 m en el caso de zapatas y cimientos corridos.

Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor. El espesor de la losa y el peralte de la viga perimetral serán determinados por el Profesional Responsable de las estructuras, para garantizar la rigidez de la cimentación.

Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tenerla en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos.

Cuando una cimentación quede por debajo de una cimentación vecina existente, el **PR** deberá analizar el requerimiento de calzar la cimentación vecina según lo indicado en los Artículos 33 (33.6).

No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos No Controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan con lo indicado en el Artículo 21 (21.1).

#### Artículo 20 PRESIÓN ADMISIBLE

Se determina según lo indicado en el Capítulo 3.

**Artículo 21 CIMENTACIÓN SOBRE RELLENOS**

Los rellenos son depósitos artificiales que se diferencian por su naturaleza y por las condiciones bajo las que son colocados.

Por su naturaleza pueden ser:

- a) **Materiales seleccionados:** todo tipo de suelo compactable, con partículas no mayores de 7,5 (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla  $\frac{3}{4}$ " y sin elementos distintos de los suelos naturales.
- b) **Materiales no seleccionados:** todo aquél que no cumpla con la condición anterior.

Por las condiciones bajo las que son colocados:

- a) Controlados.
- b) No controlados.

## 21.1 Rellenos Controlados o de Ingeniería

Los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

- a) Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor.





Cuando se requiera verificar la compactación de un Relleno Controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- a) Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133 (ASTM D 1586) por cada metro de espesor de Relleno Controlado. El resultado de este ensayo debe ser mayor a  $N_{60} = 25$ , golpes por cada 0,30m de penetración.
- b) Un ensayo con Cono de Arena, NTP 339.143 (ASTM D1556) ó por medio de métodos nucleares, NTP 339.144 (ASTM D2922), por cada 0,50 m de espesor. Los resultados deberán ser: mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

## 21.2 Rellenos no Controlados

Los rellenos no controlados son aquellos que no cumplen con el Artículo 21.1. Las cimentaciones superficiales no se podrán construir sobre estos rellenos no controlados, los cuales deberán ser reemplazados en su totalidad por materiales seleccionados debidamente compactados, como se indica en el Artículo 21 (21.1), antes de iniciar la construcción de la cimentación.

## Artículo 22 CARGAS EXCÉNTRICAS

En el caso de cimentaciones superficiales que transmiten al terreno una carga vertical  $Q$  y dos momentos  $M_x$  y  $M_y$  que actúan simultáneamente según los ejes  $x$  e  $y$  respectivamente, el sistema formado por estas tres solicitaciones será estáticamente equivalente a una carga vertical excéntrica de valor  $Q$ , ubicada en el punto  $(e_x, e_y)$  siendo:

$$e_x = \frac{M_y}{Q} \qquad e_y = \frac{M_x}{Q}$$

El lado de la cimentación, ancho ( $B$ ) o largo ( $L$ ), se corrige por excentricidad reduciéndolo en dos veces la excentricidad para ubicar la carga en el centro de gravedad del “área efectiva =  $B'L'$ ”

$$B' = B - 2e_x \qquad L' = L - 2e_y$$

El centro de gravedad del “área efectiva” debe coincidir con la posición de la carga excéntrica y debe seguir el contorno más próximo de la base real con la mayor precisión posible. Su forma debe ser rectangular, aún en el caso de cimentaciones circulares. (Ver Figura N° 6).

#### **Artículo 23 CARGAS INCLINADAS**

La carga inclinada modifica la configuración de la superficie de falla, por lo que la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada tomando en cuenta su efecto.

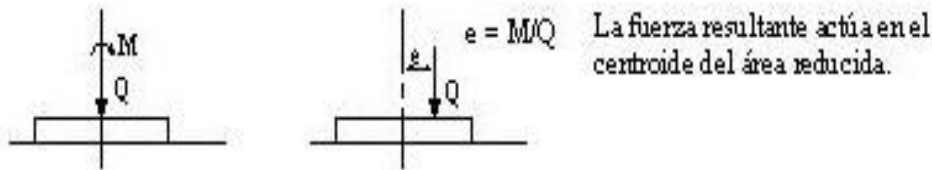
#### **Artículo 24 CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TALUDES**

En el caso de cimientos ubicados en terrenos próximos a taludes o sobre taludes o en terreno inclinado, la ecuación de capacidad de carga debe ser calculada teniendo en cuenta la inclinación de la superficie y la inclinación de la base de la cimentación, si la hubiera.

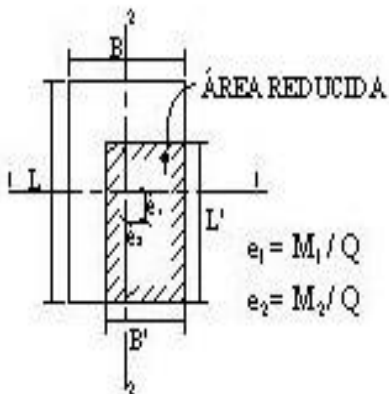
Adicionalmente debe verificarse la estabilidad del talud, considerando la presencia de la estructura.

El factor de seguridad mínimo del talud, en consideraciones estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25.

**Figura N° 6**  
**Cimientos cargados excéntricamente**



**(A) CARGAS EQUIVALENTES**

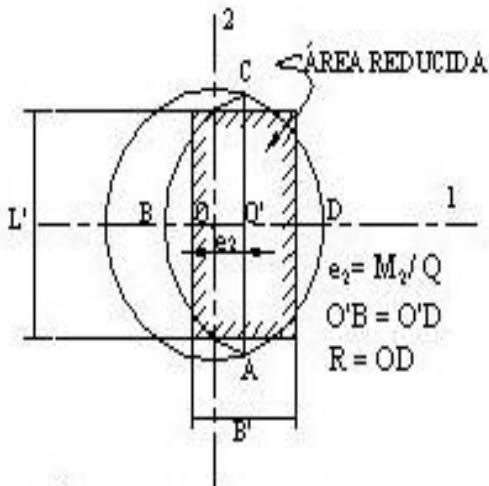


**(B) ÁREA REDUCIDA - CIMIENTO RECTANGULAR**

Para cimientos rectangulares se reducen las dimensiones así:

$$L' = L - 2e_1 \quad e_1 = M_1 / Q$$

$$B' = B - 2e_2 \quad e_2 = M_2 / Q$$



**(C) ÁREA REDUCIDA - CIMIENTO CIRCULAR**

Para un cimiento circular de radio R, el área efectiva + 2x(área del segmento circular ADC), considerar A'e como un rectángulo con  $L'/B' = AC/BD$

$$e = M / Q$$

$$A'_e = S = B'L'$$

$$L' = \sqrt{\left( S \sqrt{\frac{R+e_2}{R-e_2}} \right)}$$

$$B' = L' \sqrt{\frac{R-e_2}{R+e_2}}$$

$$S = \frac{\pi R^2}{2} - \left[ e_2 \sqrt{R^2 - e_2^2} + R^2 \sin^{-1} \left( -\frac{e_2}{R} \right) \right]$$

## **CAPITULO 5**

### **CIMENTACIONES PROFUNDAS**

#### **Artículo 25 DEFINICIÓN**

Son aquellas en las que la relación profundidad /ancho ( $D_f/B$ ) es mayor a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones profundas: los pilotes y micropilotes, los pilotes para densificación, los pilares y los cajones de cimentación.

La cimentación profunda será usada cuando las cimentaciones superficiales generen una capacidad de carga que no permita obtener los factores de seguridad indicados en el Artículo 16 o cuando los asentamientos generen asentamientos diferenciales mayores a los indicados en el Artículo 14. Las cimentaciones profundas se pueden usar también para anclar estructuras contra fuerzas de levantamiento y para colaborar con la resistencia de fuerzas laterales y de volteo. Las cimentaciones profundas pueden además ser requeridas para situaciones especiales tales como suelos expansivos y colapsables o suelos sujetos a erosión.

Algunas de las condiciones que hacen que sea necesaria la utilización de cimentaciones profundas, se indican a continuación:

- a) Cuando el estrato o estratos superiores del suelo son altamente compresibles y demasiado débiles para soportar la carga transmitida por la estructura. En estos casos se usan pilotes para transmitir la carga a la roca o a un estrato más resistente.
- b) Cuando están sometidas a fuerzas horizontales, ya que las cimentaciones con pilotes tienen resistencia por flexión mientras soportan la carga vertical transmitida por la estructura.
- c) Cuando existen suelos expansivos, colapsables, licuables o suelos sujetos a erosión que impiden cimentar las obras por medio de cimentaciones superficiales.
- d) Las cimentaciones de algunas estructuras, como torres de transmisión, plataformas en el mar, y losas de sótanos debajo del nivel freático, están sometidas a fuerzas de levantamiento. Algunas veces se usan pilotes para resistir dichas fuerzas.

#### **Artículo 26 CIMENTACIÓN POR PILOTES**

Los pilotes son elementos estructurales hechos de concreto, acero o madera y son usados para construir cimentaciones en los casos en que sea necesario

apoyar la cimentación en estratos ubicados a una mayor profundidad que el usual para cimentaciones superficiales.

## 26.1 Programa de exploración para pilotes

El programa de exploración para cimentaciones por pilotes se sujetará a lo indicado en el Artículo 11.

## 26.2 Estimación de la longitud y de la capacidad de carga del pilote

Los pilotes se dividen en dos categorías principales, dependiendo de sus longitudes y del mecanismo de transferencia de carga al suelo, como se indica en los siguientes a continuación:

- a) Si los registros de la perforación establecen la presencia de roca a una profundidad razonable, los pilotes se extienden hasta la superficie de la roca. En este caso la capacidad última de los pilotes depende por completo de la capacidad de carga del material subyacente.
- b) Si en vez de roca se encuentra un estrato de suelo bastante compacto y resistente a una profundidad razonable, los pilotes se prolongan unos cuantos metros dentro del estrato duro. En este caso, la carga última del pilote se expresa como:

$$Q_u \quad Q_p \quad Q_f$$

donde:

$Q_u$	=	capacidad última del pilote.
$Q_p$	=	capacidad última tomada por la punta del pilote.
$Q_f$	=	capacidad última tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.

Si  $Q_f$  es muy pequeña:

$$Q_u \quad Q_p$$

En este caso, la longitud requerida de pilote se estima con mucha precisión si se dispone de los registros de exploración del subsuelo.

- c) Cuando no se tiene roca o material resistente a una profundidad razonable, los pilotes de carga de punta resultan muy largos y antieconómicos. Para este tipo de condición en el subsuelo, los pilotes



se hincan a profundidades específicas. La carga última de esos pilotes se expresa por la ecuación:

$$Q_u = Q_p + Q_f$$

donde:

$Q_u$	=	capacidad última del pilote.
$Q_p$	=	capacidad última tomada por la punta del pilote.
$Q_f$	=	capacidad última tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote, por los estratos que intervienen en el efecto de fricción.

Sin embargo, si el valor de  $Q_p$  es pequeño:

$$Q_u \approx Q_f$$

Éstos se denominan pilotes de fricción porque la mayor parte de la resistencia se deriva de la fricción superficial. La longitud de estos pilotes depende de la resistencia cortante del suelo, de la carga aplicada y del tamaño del pilote. Los procedimientos teóricos para dicho cálculo se presentan más adelante.

### 26.3 Consideraciones en el cálculo de capacidad de carga

Dentro de los cálculos de la capacidad de carga de los pilotes no se deben considerar los estratos licuables, aquellos de muy baja resistencia, suelos orgánicos ni turbas.

### 26.4 Capacidad de carga del grupo de pilotes

- En el caso de un grupo de pilotes de fricción en arcilla, deberá analizarse el efecto de grupo.
- En el caso de pilotes de punta apoyados sobre un estrato resistente de poco espesor, debajo del cual se tiene un suelo menos resistente, debe analizarse la capacidad de carga por punzonamiento de dicho suelo.

#### a) Factores de seguridad

- Para el cálculo de la capacidad de carga admisible, mediante métodos estáticos, a partir de la carga última, se utilizarán los factores de seguridad estipulados en el Artículo 16.

- Para el cálculo mediante métodos dinámicos, se utilizará el factor de seguridad correspondiente a la fórmula utilizada. En ningún caso el factor de seguridad en los métodos dinámicos será menor de 2.

**b) Espaciamiento de pilotes**

- El espaciamiento mínimo entre pilotes será el indicado en la Tabla 9.

<b>TABLA 9</b> <b>ESPACIAMIENTO MÍNIMO ENTRE PILOTES</b>	
<b>LONGITUD (m)</b>	<b>ESPACIAMIENTO ENTRE EJES</b>
$L < 10$	3b
$10 \leq L < 25$	4b
$L \geq 25$	5b

Donde **b** = diámetro o mayor dimensión del pilote.

- Para el caso de pilotes por fricción, este espaciamiento no podrá ser menor de 1,20 m.

**c) Fricción negativa**

- La fricción negativa es una fuerza de arrastre hacia abajo ejercida sobre el pilote por el suelo que lo rodea, la cual se presenta bajo las siguientes condiciones:

Si un relleno de suelo arcilloso se coloca sobre un estrato de suelo granular en el que se hincan pilotes, el relleno se consolidará gradualmente, ejerciendo una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote durante el período de consolidación.

Si un relleno de suelo granular se coloca sobre un estrato de arcilla blanda, inducirá el proceso de consolidación en el estrato de arcilla y ejercerá una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.

Si existe un relleno de suelo orgánico por encima del estrato donde está hincado el pilote, el suelo orgánico se consolidará gradualmente, debido a la alta compresibilidad propia de este material, ejerciendo una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.

El descenso del nivel freático incrementará el esfuerzo vertical efectivo sobre el suelo a cualquier profundidad, lo que inducirá

asentamientos por consolidación en la arcilla. Si un pilote se localiza en el estrato de arcilla, quedará sometido a una fuerza de arrastre hacia abajo.

- Este efecto incrementa la carga que actúa en el pilote y es generado por el desplazamiento relativo hacia abajo del suelo con respecto al pilote; deberá tomarse en cuenta cuando se efectúa pilotaje en suelos compresibles.

**d) Análisis del efecto de la fricción negativa**

- Para analizar el efecto de la fricción superficial negativa se utilizarán los métodos estáticos, considerando únicamente en ellos la fricción lateral suelo – pilote, actuando hacia abajo.
- La fricción negativa debe considerarse como una carga adicional a la que transmite la estructura.

**26.5**

**Asentamientos**

- a) Se estimará primero el asentamiento tolerable por la estructura y luego se calculará el asentamiento del pilote aislado o grupo de pilotes para luego compararlos.
- b) En el cálculo del asentamiento del pilote aislado se considerarán: el asentamiento debido a la deformación axial del pilote, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.
- c) En el caso de pilotes en suelos granulares, el asentamiento del grupo está en función del asentamiento del pilote aislado.
- d) En el caso de pilotes en suelo cohesivo, el principal componente del asentamiento del grupo proviene de la consolidación de la arcilla. Para estimar el asentamiento, en este caso, puede reemplazarse al grupo de pilotes por una zapata imaginaria ubicada a  $\frac{2}{3}$  de la profundidad del grupo de pilotes, de dimensiones iguales a la sección del grupo y que aplica la carga transmitida por la estructura.

**26.6**

**Consideraciones durante la ejecución de la obra**

Durante la ejecución de la obra deberán efectuarse pruebas de carga y la capacidad de carga deberá ser verificada por una fórmula dinámica confiable según las condiciones de la hinca.

**a) Pruebas de carga**

- Se deberán efectuar pruebas de carga según lo indicado en la Norma ASTM D 1143.
- El número de pruebas de carga será de una por cada lote o grupos de pilotes, con un mínimo de una prueba por cada cincuenta pilotes.
- Las pruebas se efectuarán en zonas con perfil de suelo conocido como más desfavorables.

#### **b) Ensayos diversos**

Adicionalmente a la prueba de carga, se recomiendan los siguientes ensayos en pilotes ya instalados:

- Verificación del buen estado físico.
- Prueba de carga estática lateral, de acuerdo a las solicitudes.
- Verificación de la inclinación.

### **Artículo 27 CIMENTACIÓN POR PILARES**

Los pilares son elementos estructurales de concreto vaciados “in situ” con diámetro mayor a 1,00 m, con o sin refuerzo de acero y con o sin fondo ampliado.

#### **27.1 Capacidad de carga**

La capacidad de carga de un pilar deberá ser evaluada de acuerdo a los mismos métodos estáticos utilizados en el cálculo de pilotes. Se tomará en cuenta los efectos por punta y fricción.

#### **27.2 Factor de seguridad**

La capacidad admisible se obtendrá dividiendo la capacidad última por el factor de seguridad. Se utilizarán los factores estipulados en el Artículo 16.

#### **27.3 Acampanamiento en la base del pilar**

Se podrá acampanar el pilar en el ensanchamiento de la base a fin de incrementar la capacidad de carga del pilar, siempre y cuando no exista peligro de derrumbes.

#### **27.4 Aflojamiento del suelo circundante**

El aflojamiento del suelo circundante deberá controlarse mediante:

- a) Una rápida excavación del fuste y vaciado del concreto.
- b) El uso de un forro en la excavación del fuste.
- c) La aplicación del Método del Lodo Bentonítico.

## **27.5 Asentamientos**

- a) Una vez comprobada la capacidad de carga del suelo, deberá estimarse el grado de deformación que se producirá al aplicar las cargas. El asentamiento podrá ser un factor de limitación en el proyecto estructural del pilar.
- b) Se calculará el asentamiento debido a la deformación axial del pilar, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

## **Artículo 28 CAJONES DE CIMENTACIÓN**

Los cajones de cimentación son elementos estructurales de concreto armado que se construyen sobre el terreno y se introducen en el terreno por su propio peso al ser excavado el suelo ubicado en su interior. El **PR** deberá indicar el valor la fricción lateral del suelo para determinar el peso requerido por el cajón para su instalación.

### **28.1 Capacidad de carga**

La capacidad de carga de un cajón de cimentación deberá ser evaluada de acuerdo a los mismos métodos estáticos utilizados en el cálculo de zapatas o pilares y dependerá de la relación profundidad /ancho ( $D_f/B$ ) si es menor o igual a cinco (5) se diseñará como cimentación superficial, si es mayor a cinco (5) se diseñará como un pilar.

### **28.2 Factor de seguridad**

La capacidad admisible se obtendrá dividiendo la capacidad última por el factor de seguridad. Se utilizarán los factores estipulados en el Artículo 16.

### **28.3 Asentamientos**

- a) Una vez comprobada Una vez comprobada la capacidad de carga del suelo, se deberá calcular el asentamiento que se producirá al aplicar las cargas.

- b) Se calculará el asentamiento debido a la deformación axial del cajón, el asentamiento generado por la acción de punta y el asentamiento generado por la carga transmitida por fricción.

## CAPÍTULO 6 PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN

### Artículo 29 SUELOS COLAPSABLES

Son suelos que cambian violentamente de volumen por la acción combinada o individual de las siguientes acciones:

- a) al ser sometidos a un incremento de carga o
- b) al humedecerse o saturarse

#### 29.1 Obligatoriedad de los Estudios

En los lugares donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de hundimientos debido a la existencia de suelos colapsables, el **PR** deberá incluir en su **EMS** un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 (ASTM D4318), del ensayo para determinar el peso volumétrico NTP 339.139 (BS 1377), y del ensayo de humedad NTP 339.127 (ASTM D2216), con la finalidad de evaluar el potencial de colapso del suelo en función del Límite Líquido (LL) y del peso volumétrico seco ( $d_s$ ). La relación entre los colapsables y no colapsables y los parámetros antes indicados se muestra en la gráfica siguiente:

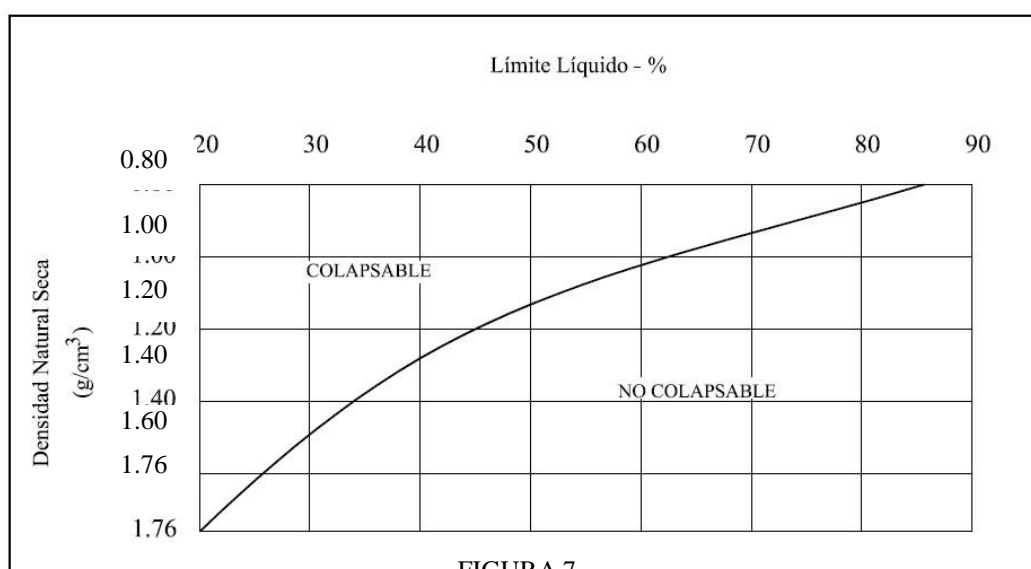


FIGURA 7

FIGURA 6.1.2

CRITERIOS DEL POTENCIAL DE COLAPSO

#### 29.2

#### E valuación del Potencial de Colapso

Cuando el **PR** encuentre evidencias de la existencia de suelos colapsables deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo de ensayo



de Colapsabilidad Potencial según NTP 339.163 (ASTM D 5333). Las muestras utilizadas para la evaluación de colapsabilidad deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo **Mib**.

El potencial de colapso (CP) se define mediante la siguiente expresión:

$$CP(\%) = \frac{e}{1 - e_0} \times 100 \quad \text{o} \quad CP\% = \frac{H_c}{H_0}$$

$e$  = Cambio en la relación de vacíos debido al colapso bajo humedecimiento.

$e_0$  = Relación de vacíos inicial.

$H_c$  = Cambio de altura de la muestra.

$H_0$  = Altura inicial de la muestra.

El **PR** establecerá la severidad del problema de colapsabilidad mediante los siguientes criterios:

CP (%)	Severidad del problema
0 a 1	No colapsa
1 a 5	Colapso moderado
5 a 10	Colapso
10 a 20	Colapso severo
>20	Colapso muy severo

De manera complementaria, pueden utilizarse pruebas de carga en estado seco y humedecido ASTM1194. El objetivo de las mismas será realizar un análisis comparativo del comportamiento del suelo en su condición natural, con relación a su comportamiento en condición húmeda.

En caso se verifique la colapsabilidad del suelo, el **PR** deberá formular las recomendaciones correspondientes a fin de prevenir su ocurrencia.

### 29.3 Cimentaciones en áreas de suelos colapsables.

Las cimentaciones construidas sobre suelos que colapsan (**CP>5**) están sometidas a grandes fuerzas causadas por el hundimiento violento del suelo, el cual provoca asentamiento, agrietamiento y ruptura, de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos colapsables. La cimentación y los pisos deberán apoyarse sobre suelos no colapsables. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos colapsables.

### 29.4 Reemplazo de un suelo colapsable

Cuando se encuentren suelos que presentan colapso moderado y a juicio del **PR**, poco profundos, éstos serán retirados en su totalidad antes de iniciar las obras de construcción y serán reemplazados por Rellenos Controlados compactados adecuadamente de acuerdo al Artículo 21 (21.1). Rellenos controlados o de ingeniería de la presente Norma.

## **Artículo 30 ATAQUE QUIMICO POR SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS**

### **30.1 Generalidades**

Las aguas subterráneas son más agresivas que los suelos al estado seco; sin embargo el humedecimiento de un suelo seco por riego, filtraciones de agua de lluvia, fugas de conductos de agua o cualquier otra causa, puede activar a las sales solubles.

Esta Norma solo considera el ataque externo por suelos y aguas subterráneas y no toma en cuenta ningún otro tipo de agresión.

### **30.2 Obligatoriedad de los Estudios**

En los lugares con Napa Freática en la zona activa de la cimentación o donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de ataque químico al concreto de cimentaciones y superestructuras, el **PR** deberá incluir en su **EMS** un análisis basado en ensayos químicos del agua o del suelo en contacto con ellas, para descartar o contrarrestar tal evento.

### **30.3 Ataque Químico por Suelos y Aguas Subterráneas**

#### **a) Ataque Ácido**

En caso del Ph sea menor a 4,0 el **PR**, deberá proponer medidas de protección adecuado, para proteger el concreto del ataque ácido.

#### **b) Ataque por Sulfatos**

La mayor parte de los procesos de destrucción causados por la formación de sales son debidos a la acción agresiva de los sulfatos. La corrosión de los sulfatos se diferencia de la causada por las aguas blandas, en que no tiene lugar una lixiviación, sino que la pasta endurecida de cemento, a consecuencia de un aumento de volumen, se desmorona y expansiona, formándose grietas y el ablandamiento del concreto.

En la Tabla 4.4.3 de la NTE E.060 Concreto Armado se indican los grados de ataque químico por sulfatos en aguas y suelos subterráneos y la medida correctiva a usar en cada caso.

En el caso que se desea usar un material sintético para proteger la cimentación, esta deberá ser geomembrana o geotextil cuyas características deberán ser definidas por **PR**. Las propiedades de estos materiales estarán de acuerdo a las NTP.

La determinación cuantitativa de sulfatos en aguas y suelos se hará mediante las Normas Técnicas ASTM D 516, NTP 400.014, respectivamente.

#### **c) Ataque por Cloruros**

Los fenómenos corrosivos del ión cloruro a las cimentaciones se restringe al ataque químico al acero de refuerzo del concreto armado.

Cuando el contenido de ión cloro sea determinado mediante la NTP 400.014, sea mayor 0,2 %, o cuando el contenido de ión cloro en contacto cimentación en el agua se ha determinado por NTP 339.076 (sea mayor de 1000 ppm) el **PR** debe recomendar las medidas de protección necesaria.

La determinación cuantitativa de cloruros en aguas y suelos se hará mediante las NTP 339.076 y 400.014, respectivamente.

## Artículo 31 SUELOS EXPANSIVOS

Son suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse.

### 31.1 Obligatoriedad de los Estudios

En las zonas en las que se encuentren suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta (LL 50), el **PR** deberá incluir en su **EMS** un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 (ASTM D4318) y ensayos de granulometría por sedimentación NTP 339.128 (ASTM D 422) con la finalidad de evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a 2 m, del índice de plasticidad (IP) y de la actividad (A) de la arcilla. La relación entre la Expansión Potencial (Ep) y los parámetros antes indicados se muestra en la gráfica siguiente:

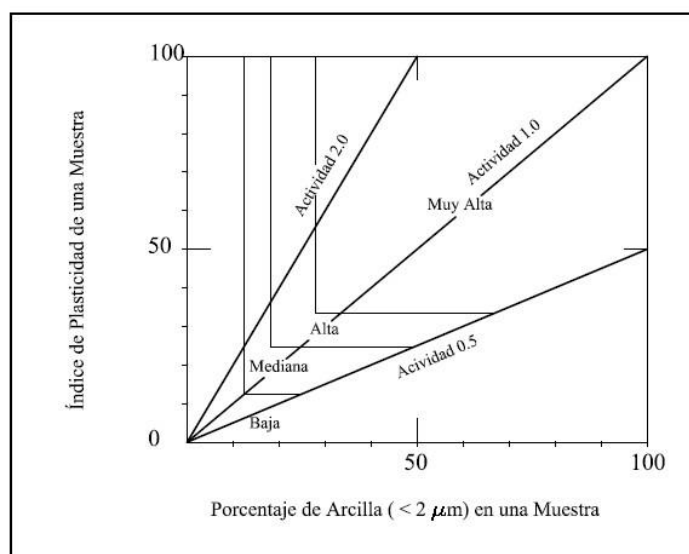


GRAFICO 8

CLASIFICACIÓN DE CAMBIO DE POTENCIAL DE VOLUMEN  
PARA SUELOS ARCILLOSOS

$$\text{Actividad } A = \frac{IP}{\% 2 m}$$

### 31.2 Evaluación del Potencial de Expansión

Cuando el **PR** encuentre evidencias de la existencia de suelos expansivos deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo para la Determinación del Hinchamiento Unidimensional de suelos cohesivos según NTP 339.170 (ASTM D 4648). Las muestras utilizadas para la evaluación del hinchamiento deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo **Mib**.

**Tabla 10**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS**

<i>Potencial de expansión</i>	<i>Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Índice de plasticidad</i>	<i>Porcentaje de partículas menores que dos micras</i>
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 – 30	23 – 45	18 – 37
Medio	10 – 20	12 – 34	12 – 27
<b>Bajo</b>	< 10	< 20	< 17

### 31.3 Cimentaciones en áreas de suelos expansivos

Las cimentaciones construidas sobre arcillas expansivas están sometidas a grandes fuerzas causadas por la expansión, las cuales provocan levantamiento, agrietamiento y ruptura de la cimentación y de la estructura. Por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos expansivos. La cimentación deberá apoyarse sobre suelos no expansivos o con potencial de expansión bajo. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos expansivos y deberá dejarse un espacio libre suficientemente holgado para permitir que el suelo bajo el piso se expanda y no lo afecte.

### 31.4 Reemplazo de un suelo expansivo

Cuando se encuentren suelos medianamente expansivos y a juicio de **PR**, poco profundos, éstos serán retirados en su totalidad antes de iniciar las obras de construcción y serán reemplazados por Rellenos Controlados compactados adecuadamente de acuerdo al Artículo 21 (21.1). Rellenos controlados o de ingeniería de la presente Norma.

## Artículo 32 LICUACIÓN DE SUELOS

### 32.1 Generalidades

En suelos granulares finos ubicados bajo la Napa Freática y algunos suelos cohesivos, las solicitaciones sísmicas pueden originar el fenómeno denominado licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos originada por la vibración que produce el sismo. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de grandes asentamientos en las obras sobreyacentes.

Para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- Debe estar constituido por arena fina, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- Debe encontrarse sumergido.

En estos casos deben justificarse mediante el Análisis del Potencial de Licuación, (Ver Artículo 32 (32.3)) la ocurrencia o no del fenómeno de licuación.

## 32.2 Investigación de campo

Cuando las investigaciones preliminares o la historia sísmica del lugar hagan sospechar la posibilidad de ocurrencia de licuación, el **PR** debe efectuar un trabajo de campo que abarque toda el área comprometida por la estructura de acuerdo a lo indicado en la Tabla 6.

Los sondeos deberán ser perforaciones por la técnica de lavado o rotativas y deben llevarse a cabo Ensayos Estándar de Penetración SPT NTP 339.133 (ASTM D 1586) espaciados cada 1 m. Las muestras que se obtengan el penetrómetro utilizado para el ensayo SPT deberán recuperarse para poder efectuar con ellas ensayos de clasificación en el laboratorio.

Si dentro de la profundidad activa se encuentran los suelos indicados en el Artículo 32 (32.1), deberá profundizarse la investigación de campo hasta encontrar un estrato no licuable de espesor adecuado en el que se pueda apoyar la cimentación.

El Ensayo de DPSH puede ser usado para investigaciones preliminares, o como auscultaciones complementarias de los ensayos SPT, previa calibración La misma exigencia procede para el Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL), pero hasta una profundidad máxima de 8 m.

## 32.3 Análisis del Potencial de Licuación

En el caso de suelos arenosos que presentan las tres características indicadas en el Artículo 32 (32.1), se deberá realizar el análisis del potencial de licuación utilizando el método propuesto por Seed e Idriss. Este método fue desarrollado en base a observaciones in-situ del comportamiento de depósitos de arenas durante sismos pasados. El procedimiento involucra el uso de la resistencia a la penetración estándar **N** (Número de golpes del ensayo **SPT**). El valor de **N** obtenido en el campo deberá corregirse por: energía, diámetro de la perforación, longitud de las barras para calcular a partir de ese valor el potencial de licuación de las arenas.

La aceleración máxima requerida para el análisis del potencial de licuación será estimada por el **PR**, la cual será congruente con los valores empleados en el diseño estructural correspondiente, para lo cual el **PR** efectuara las coordinaciones pertinentes con los responsables del diseño sísmo resistente de la obra.

Este método permite calcular, el esfuerzo cortante inducido por el sismo en el lugar y a partir de la resistencia a la penetración estándar normalizada (**N<sub>1</sub>**)<sub>60</sub>, el esfuerzo cortante límite para la ocurrencia del fenómeno de licuación.

También es posible determinar el factor de seguridad frente a la ocurrencia de la licuación y la aceleración máxima de un sismo que la causaría.

#### **32.4 Licuación de suelos finos cohesivos**

Si se encuentran suelos finos cohesivos que cumplan simultáneamente con las siguientes condiciones:

Porcentaje de partículas más finas que 0,005 m 15% .

Límite líquido (LL) 35.

Contenido de humedad (w) > 0,9 LL.

Estos suelos pueden ser potencialmente licuables, sin embargo no licuan si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

Si el contenido de arcilla (partículas más finas que 0,005 m) es mayor que 20%, considerar que el suelo no es licuable, a menos que sea extremadamente sensitiva.

Si el contenido de humedad de cualquier suelo arcilloso (arcilla, arena arcillosa, limo arcilloso, arcilla arenosa, etc.) es menor que 0,9  $W_L$ , considerar que el suelo no es licuable.

### **Artículo 33 SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES**

#### **33.1 Generalidades**

Las excavaciones verticales de más de 2,00 m de profundidad requeridas para alcanzar los niveles de los sótanos y sus cimentaciones, no deben permanecer sin sostenimiento, salvo que el estudio realizado por el **PR** determine que no es necesario efectuar obras de sostenimiento.

La necesidad de construir obras de sostenimiento, su diseño y construcción son responsabilidad del contratista de la obra.

#### **33.2 Estructura de Sostenimiento**

Dependiendo de las características de la obra se presentan las siguientes alternativas para el sostenimiento de las paredes de excavación:

- Proyectar obras y estructuras de sostenimiento temporal y luego, al finalizar los trabajos de corte, construir las estructuras de sostenimiento definitivas.
- Proyectar estructuras de sostenimiento definitivas que se vayan construyendo o a medida se avance con los trabajos de corte.

Existen diversos tipos de obras para el sostenimiento temporal y definitivo de los taludes de corte, entre los cuales podemos mencionar las pantallas ancladas, tablestacas, pilotes continuos, muros diafragma, calzaduras, nailings, entre otros.

Las calzaduras son estructuras provisionales que se diseñan y construyen para sostener las cimentaciones vecinas y el suelo de la pared expuesta, producto de las excavaciones efectuadas. Tienen por función prevenir las fallas por inestabilidad o asentamiento excesivo y mantener la integridad del



terreno colindante y de las obras existentes en él, hasta entre en funcionamiento las obras de sostenimiento definitivas. Las calzaduras están constituidas por paños de concreto que se construyen alternada y progresivamente. El ancho de las calzaduras debe ser inicialmente igual al ancho del cimiento por calzar y deberá irse incrementando con la profundidad. Las calzaduras deben ser diseñadas para las cargas verticales de la estructura que soportan y para poder tomar las cargas horizontales que le induce el suelo y eventualmente los sismos.

### 33.3 Parámetros a ser proporcionados en el EMS

El informe del **EMS** deberá incluir los parámetros de suelos requeridos para el diseño de las obras de sostenimiento de las edificaciones, muros perimetrales, pistas y terrenos vecinos, considerando que estos puedan ser desestabilizados como consecuencia directa de las excavaciones que se ejecuten para la construcción de los sótanos directa de las excavaciones que se ejecuten para la construcciones de los sótanos.

Para cumplir lo anterior el **PR**, deberá proveer toda la información referente al perfil de suelos en toda la profundidad de excavación, el nivel freático, las características físicas de los suelos, el peso unitario, el valor de la cohesión y el ángulo de la fricción interna de los diferentes estratos, según se aplique. Estos mismos parámetros deben ser proporcionados por el **PR** del **EMS** para el caso de una eventual saturación del suelo.

En caso de ser requerido el bombeo o abatimiento de la Napa Freática durante la excavación y la construcción de las obras de sostenimiento y/o calzaduras, el **PR** deberá proponer los coeficientes de permeabilidad horizontal y vertical del terreno, aplicables al cálculo del caudal de agua a extraer y deberá prevenir cualquier consecuencia negativa que pueda coaccionar a la obra o a las edificaciones existente, el acto de bombear o abatir la Napa Freática.

### 33.4 Consideraciones para el Diseño y Construcción de Obras de Sostenimiento

En el proyecto de las estructuras de sostenimiento el Contratista de la Obras deberá considerar los siguientes aspectos como mínimo:

- Los empujes del suelo.
- Las cargas de las edificaciones vecinas.
- Las variaciones en la carga hidrostática (saturación, humedecimiento y secado).
- Las sobrecargas dinámicas (sismos y vibraciones causadas artificialmente).
- La ejecución de accesos para la construcción.
- La posibilidad de realizar anclajes en los terrenos adyacentes (de ser aplicable).
- La excavación, socavación o erosión delante de las estructuras de sostenimiento.
- La perturbación del terreno debido a las operaciones de hinca o de sondeos.
- La disposición de los apoyos o puntales temporales (de ser requeridos).
- La posibilidad de excavación entre puntales.
- La capacidad del muro para soportar carga vertical.

- El acceso para el mantenimiento del propio muro y cualquier medida de drenaje.

En el caso de las calzaduras el Contratista de la Obra no deberá permitir que éstas permanezcan sin soporte horizontal, por un tiempo tal que permita la aparición de grietas de tensión y fuerzas no previstas en el cálculo de las calzaduras (permanentes o eventuales) y que puedan producir el colapso de las calzaduras (permanentes o eventuales) y que pueda producir el colapso de las mismas.

### **33.5 Efectos de de Sismo**

De producirse un sismo con una magnitud mayor o igual a 3,5 grados de la Escala Richter, el Contratista a cargo de las excavaciones, deberá proceder de inmediato, bajo su responsabilidad y tomando las precauciones del caso, a sostener cualquier corte de más de 2,00 m de profundidad, salvo que un estudio realizado por un especialista determine que no es necesario.

### **33.6 Excavaciones sin Soporte**

No se permitirán excavaciones sin soporte, si las mismas reducen la capacidad de carga o producen inestabilidad en las cimentaciones vecinas.

El **PR** deberá determinar, si procede, la profundidad máxima o altura crítica ( $H_c$ ) a la cual puede llegar la excavación sin requerir soporte.

## **ANEXO I GLOSARIO**

**ASENTAMIENTO DIFERENCIAL.-** Máxima diferencia de nivel entre dos cimentaciones adyacentes de una misma estructura.

**ASENTAMIENTO DIFERENCIAL TOLERABLE.-** Máximo asentamiento diferencial entre dos elementos adyacentes a una estructura, que al ocurrir no produce daños visibles ni causa problemas.

**CAJÓN (CAISSON).-** Elemento prefabricado de cimentación, que teniendo dimensiones exteriores de un elemento macizo, se construye inicialmente hueco (como una caja), para ser rellenado después de colocado en su posición final.

**CAPACIDAD DE CARGA.-** Presión requerida para producir la falla de la cimentación por corte (sin factor de seguridad).

**CARGA ADMISIBLE.-** Sinónimo de presión admisible.

**CARGA DE SERVICIO.-** Carga viva más carga muerta, sin factores de ampliación.

**CARGA DE TRABAJO.-** Sinónimo de presión admisible.

**CARGA MUERTA.-** Ver NTE E.020 Cargas .

**CARGA VIVA.-** Ver NTE E.020 Cargas

**CIMENTACIÓN.-** Parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas de la estructura.

**CIMENTACIÓN CONTINUA.-** Cimentación superficial en la que el largo ( $L$ ) es igual o mayor que diez veces el ancho ( $B$ ).

**CIMENTACIÓN POR PILARES.-** Cimentación profunda, en la cual la relación Profundidad / Ancho ( $D_f / B$ ) es mayor o igual que 5, siendo  $D_f$  la profundidad enterrada y  $B$  el ancho enterrado del pilar. El pilar es excavado y vaciado en el sitio.

**CIMENTACIÓN POR PILOTES.-** Cimentación profunda en la cual la relación Profundidad / Ancho ( $d / b$ ) es mayor o igual a 10, siendo  $d$  la profundidad enterrada del pilote y  $b$  el ancho o diámetro del pilote.

**CIMENTACIÓN POR PLATEA DE CIMENTACIÓN.-** Cimentación constituida por una losa sobre la cual se apoyan varias columnas y cuya área se aproxima sensiblemente al área total de la estructura soportada.

**CIMENTACIÓN PROFUNDA.-** Aquella que transmite cargas a capas del suelo mediante pilotes o pilares.

**CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.-** Aquella en la cual la relación Profundidad/Ancho ( $D_f / B$ ) es menor o igual a 5, siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.

**ESTRATO TÍPICO.-** Estrato de suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).-** Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las solicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.

**GEODINÁMICA EXTERNA.-** Conjunto de fenómenos geológicos de carácter dinámico, que pueden actuar sobre el terreno materia del Estudio de Mecánica de Suelos, tales como: erupciones volcánicas, inundaciones, huaycos, avalanchas, tsunamis, activación de fallas geológicas.

**LICUEFACCIÓN Ó LICUACIÓN.-** Fenómeno causado por la vibración de los sismos en los suelos granulares saturados y que produce el incremento de la presión del agua dentro del suelo con la consecuente reducción de la tensión efectiva. La licuación reduce la capacidad de carga y la rigidez del suelo. Dependiendo del estado del suelo granular saturado al ocurrir la licuación se produce el hundimiento y colapso de las estructuras cimentadas sobre dicho suelo.

**NIVEL FREÁTICO.-** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.

**PILOTE.-** Elemento de cimentación profunda en el cual la relación Profundidad/Ancho ( $D_f / B$ ) es mayor o igual a 10.

**PILOTES DE CARGA MIXTA.-** Aquellos que transmiten la carga, parte por punta y parte por fricción.

**PILOTES DE CARGA POR FRICCIÓN.-** Aquellos que transmiten la carga a lo largo de su cuerpo por fricción con el suelo que los circunda.

**PILOTES DE CARGA POR PUNTA.-** Aquellos que transmiten la carga a un estrato resistente ubicado bajo la punta.

**PILOTES DE DENSIFICACIÓN.-** Aquellos que se instalan para densificar el suelo y mejorar las condiciones de cimentación.

**PRESIÓN ADMISIBLE.-** Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos excesivos (mayores que el admisible) ni el factor de seguridad frente a una falla por corte sea menor que el valor indicado en el Artículo 17.

**PRESIÓN ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO.-** Presión que al ser aplicada por la cimentación adyacente a una estructura, ocasiona un asentamiento diferencial igual al asentamiento admisible. En este caso no es aplicable el concepto de factor de seguridad, ya que se trata de asentamientos.

**PRESIÓN DE CONTACTO.-** Carga transmitida por las estructuras al terreno en el nivel de cimentación incluyendo el peso propio del cimientto.

**PRESIÓN DE TRABAJO.-** Sinónimo de presión admisible.

**PROFESIONAL RESPONSABLE.-** Ingeniero Civil, registrado en el Colegio de Ingenieros del Perú.

**PROFUNDIDAD ACTIVA.-** Zona del suelo ubicada entre el nivel de cimentación y la isobara (línea de igual presión) correspondiente al 10% de la presión aplicada a la cimentación

TIPO DE SECCIÓN	CRITERIO
CUADRADA	2 <i>B</i>
CONTINUA	6,4 <i>B</i>

**PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.-** Profundidad a la que se encuentra el plano o desplante de la cimentación de una estructura. Plano a través del cual se aplica la carga, referido al nivel del terreno de la obra terminada.

**PROPIETARIO.-** Persona natural o jurídica que ejerce o ejercerá derecho de propiedad sobre la edificación material del Estudio de Mecánica de Suelos.

**RELLENO.-** Depósitos artificiales descritos en el Artículo 21.

**ROCA.-** Material que a diferencia del suelo, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales.

**SOLICITANTE.-** Persona natural o jurídica con quien el *PR* contrata el *EMS*.

**SUELO COLAPSABLE.-** Suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUELO EXPANSIVO.-** Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

**SUELO ORGANICO.-** Suelo de color oscuro que presenta una variación mayor al 25% entre los límites líquidos de la muestra secada al aire y la muestra secada al horno a una temperatura de 110 °C 5 °C durante 24 horas.

**TIERRA DE CULTIVO.-** Suelo sometido a labores de labranza para propósitos agrícolas.

**ANEXO II**  
**NORMA ESPAÑOLA – UNE 103-801-94**

**GEOTÉCNIA**  
**PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA**

**1. OBJETIVO**

Esta norma tiene por objeto describir el procedimiento para la realización de la denominada prueba de penetración dinámica superpesada. Con esta prueba se determina la resistencia del terreno a la penetración de un cono cuando es golpeado según el procedimiento establecido.

**2. CAMPO DE APLICACIÓN**

La prueba de penetración dinámica está especialmente indicada para suelos granulares <sup>(1)</sup>

Su utilización permite:

- Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno.
- Evaluar la compacidad de un suelo granular. Cuando el suelo contenga partículas de tamaños tales <sup>(2)</sup> que obstaculicen la penetración del cono en el terreno el resultado de la prueba puede no ser representativo.
- Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo.
- Comprobar la situación en profundidad de una capa cuya existencia se conoce.

**3. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS**

D.P.S.H. Abreviatura de la prueba de penetración dinámica en su procedimiento superpesado, que proviene de su denominación de inglés (DPSH).

$N_{20}$  = Número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

R = Anotación a incluir cuando el número de golpes requerido para una penetración de 20 cm es superior a 100 golpes.

**4. APARATOS Y MATERIAL NECESARIO**

- 4.1 **Cono:** Es una pieza de acero cilíndrica que termina en forma cónica con un ángulo de 90°. El cono podrá ser perdido o recuperable con las configuraciones respectivas que se reflejan en la figura 9.

---

(1) La ejecución de pruebas de penetración dinámica debe ser precedida por un reconocimiento mediante sondeos que permita identificar las capas de suelos en el área investigada.

(2) La existencia de partículas con tamaño superior a 6 mm puede obstaculizar el avance del cono sin que ello suponga un incremento de compacidad.



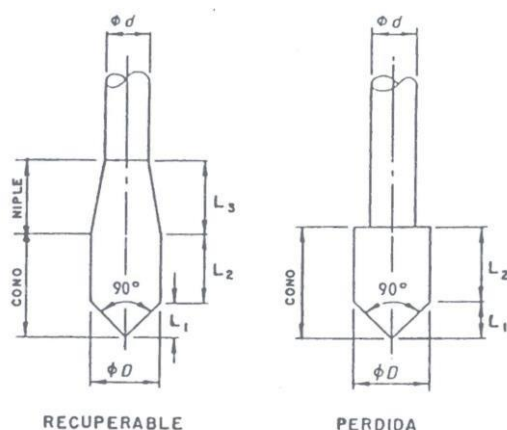


FIG. 9 - Alternativas de cono

- 4.2 **Varillaje:** Conjunto de varillas de acero macizas que se utilizan para transmitir la energía de golpeo desde la cabeza del varillaje hasta el cono.
- 4.3 **Maza:** Cuerpo de acero de 63,5 kg 0,5 kg de masa.
- 4.4 **Cabeza de impacto:** Cuerpo de acero que recibe el impacto de la maza y que queda unido solidariamente a la parte superior de varillaje, sin que durante el golpeo pueda existir desplazamiento relativo entre ambos.
- 4.5 **Guiadera:** Elemento de acero que guía suavemente la maza durante su caída.
- 4.6 **Sistema de elevación y escape:** Mecanismo mediante el cual se eleva la maza a una altura de 760 mm 10 mm, se libera y se permite su caída libre por la guiadera hasta la cabeza de impacto. La velocidad de la maza cuando se libere será nula.
- 4.7 **Dispositivos de golpeo:** Conjunto de elementos que comprende la maza, la cabeza de impacto, la guiadera y el sistema de elevación y escape.
- 4.8 **Martillo de seguridad:** Dispositivo de golpeo automático en el que la maza, la cabeza de impacto, la guiadera, y el sistema de elevación y escape están integrados en un mismo elemento. Permite izar la maza y liberarla siempre a la misma altura sin producir movimientos sobre el varillaje de forma que la caída por la guiadera sea totalmente libre y la energía transferida a la cabeza de impacto sea la misma en todos los golpes. El martillo de seguridad permite igualmente establecer una frecuencia de golpeo uniforme <sup>(3)</sup>.
- 4.9 **Guía soporte:** Pieza que asegura la verticalidad y el soporte lateral en el tramo del varillaje que sobresale del suelo.

## 5. DIMENSIONES Y MASAS

En el procedimiento descrito en la Norma los aparatos definidos en el capítulo 4 tendrán las siguientes dimensiones y masas.

### Cono

(3 ) Utilización de otros dispositivos de golpeo que no cumplan las especificaciones descritas en esta norma implica que pueda obtenerse un número de golpes diferente de  $N_{20}$

- A = Área nominal de la sección 20 cm<sup>2</sup>  
D = Diámetro 50,5 mm ± 0,5 mm.  
L<sub>1</sub> = Longitud parte cónica 25 mm ± 0,2 mm.  
L<sub>2</sub> = Longitud parte cilíndrica 50 mm ± 0,5 mm.  
L<sub>3</sub> = Longitud parte troncocónica < 50 mm.

### **Varillaje**

- d = Diámetro – 33 mm ± 2 mm.  
Masa (máx.) – 8kg/m.  
Deflexión (máx.) – 0,2 % <sup>(4)</sup>  
Excentricidad en las conexiones (máx.) – 0,2 mm.

### **Dispositivo de golpeo**

- Maza: Masa – 63,5 kg ± 0,5 kg.  
Relación altura L<sub>m</sub> al diámetro D<sub>m</sub> – 1 L<sub>m</sub>/D<sub>m</sub> ± 2  
Altura de caída: 760 mm ± 10 mm.  
Cabeza de impacto: Diámetro d<sub>c</sub> – 100 mm < d<sub>c</sub> < 0,5 D<sub>m</sub>.  
Masa total dispositivos de golpeo 115 kg.

## **6. INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

- 6.1 **Contador de golpes:** El dispositivo de golpeo utilizado, deberá disponer de un contador automático de golpes.
- 6.2 **Referencia de profundidad:** el equipo de penetración deberá incluir una escala de profundidad de avance marcada de forma indeleble y visible.
- 6.3 **Medidor de par:** Permitirá la medida en N-m del par necesario para girar el varillaje. La capacidad de medida no será inferior a 200 N-m con una graduación de 10 N-m. Su exactitud será comprobada periódicamente.
- 6.4 **Referencia de Verticalidad:** Inclínómetro que permitirá observar en grados o en tanto por ciento la desviación de verticalidad del varillaje durante la ejecución de la prueba.

## **7. PROCEDIMIENTO OPERATIVO**

- 7.1 **Selección del punto de ensayo:** Con el fin de que no haya habido perturbaciones en el punto de ensayo este debe distanciarse por lo menos metro y medio de cualquier otro punto ya ensayado y en el caso de existir sondeos previos, la separación deberá ser como mínimo de veinticinco diámetros.
- 7.2 **Emplazamiento y conexiones:** En el punto seleccionado se emplazará el dispositivo de golpeo de tal forma que el soporte guía y el eje de la guidera queden perfectamente verticales y centrados sobre el punto <sup>(5)</sup>.

El cono ya acoplado (perdido) o enroscado (recuperable) a un extremo del primer tramo de varillaje, se situará sobre el punto elegido a través del soporte guía,

(4) Deflexión medida entre extremos de una misma varilla y entre los puntos medios de dos adyacentes.

(5) Debe comprobarse que durante el proceso de golpeo el dispositivo no se desplace de su posicionamiento inicial. Si es necesario se dispondrán anclajes o soportes.

conectando posteriormente el otro extremo de varillaje al dispositivo de golpeo. Una vez efectuada esta conexión se comprobará que:

- El varillaje y la guíadera quedan coaxiales.
- Las desviaciones de la verticalidad del primer tramo de varillaje no supera el 2%.
- La longitud libre de varillaje entre el soporte guía y la conexión al dispositivo de golpeo no supera 1,2 m.

**7.3 Golpeo y penetración:** El golpeo se efectuará con una frecuencia comprendida entre 15 golpes y 30 golpes por minuto registrando el número de golpes necesario para introducir en el terreno el cono cada intervalo de 20 cm. Este número de golpes se anota como  $N_{20}$ .

Cuando sea necesario añadir una varilla debe asegurarse que al retirar el dispositivo de golpeo no se introduce movimientos de ascenso o rotación en el varillaje. Se comprobará cuando se añade la varilla que esta queda enroscada a tope y la desviación de su inclinación frente a la vertical no excede de 5%. El tramo que sobresalga a partir del soporte guía no será superior 1,2 m.

Deberán anotarse todas las introducciones mayores de 15 minutos durante todo el proceso de penetración.

**7.4 Rotación:** Cada metro de penetración debe medirse y anotarse el par necesario para girar el tren de varillaje una vuelta y media <sup>(6)</sup>. Se considerará que el rozamiento no es significativo por debajo del valor de 10 N.m.

**7.5 Finalización de la prueba:** La prueba se dará por finalizada cuando se satisfagan algunas de las siguientes condiciones:

- Se alcance la profundidad que previamente se haya establecido.
- Se supere los 100 golpes para una penetración de 20 cm. Es decir  $N_{20} > 100$ .
- Cuando tres valores consecutivos de  $N_{20}$  sean iguales o superiores a 75 golpes.
- El valor del par de rozamiento supere los 200 N.m.

## **8. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

De cada prueba realizada con arreglo a esta norma se presentará un gráfico como el de la figura 2 en el que se incluyan los siguientes puntos:

### **Comprobaciones antes de la prueba**

- Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa
- Longitud de cada varilla. Masa por metro de varillaje, incluidos nicks de unión.
- Masa de dispositivos de golpeo.
- Fecha y hora de la prueba. Tiempo de duración.

### **Comprobaciones después de la prueba**

- Diámetros del cono.

---

(6) El par de rozamiento medido debe ser originado exclusivamente por el cono y tren de varillas introducidos en el terreno.

- Excentricidad y deflexiones del varillaje.

### **Observaciones**

- Interrupciones superiores a 5 min. Pérdidas de verticalidad superiores al 5%. Penetraciones sin golpeo. Obstrucciones temporales, etc.

## **9. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS**

Para la redacción de esta norma se han consultado los documentos y normas que a continuación se relacionan:

- Report of the ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing of Soils 16 with Reference Test Procedures for Dynamic probing super heavy DPSH. Swedish Geotechnical, Linköping, June 1989.
- NFP 94 – 115.(December 1990). Sondage an penetrometre dynamique type B.
- BS 1377: Part 9 (1990) : Dynamic probing super heavy (DPSH).

**PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPH  
EFECTUADA SEGÚN LA NORMA UNE 103-801-93**

LUGAR: \_\_\_\_\_

PUNTO: \_\_\_\_\_

TIPO DE CONO:      RECUPERABLE: ☐      MASA  Kg  
   PERDIDO: ☐

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

VARILLAJE:      DIÁMETRO       MASA  Kg/m  
   LONGITUD

TIEMPO: \_\_\_\_\_

DURACIÓN: \_\_\_\_\_

DISPOSITIVO GOLPEO MASA  Kg

COTA: \_\_\_\_\_

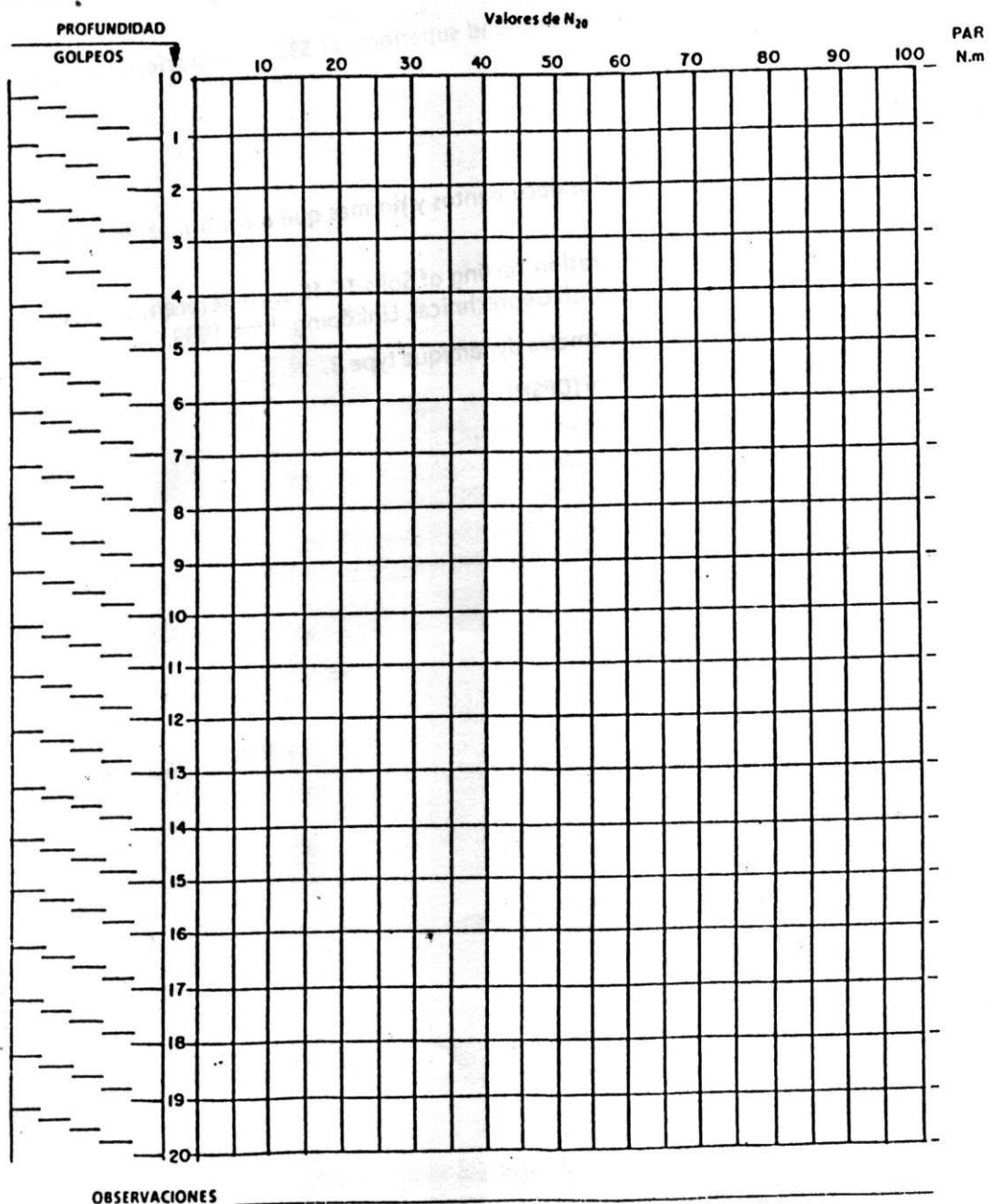


Fig. 10  
**GUIA DE LABORATORIO**

## I. LÍMITES DE ATTERBERG

### I.1 Generalidades

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS).

Fueron originalmente ideados por un sueco de nombre Atterberg especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para fines de mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen.

Para obtener estos límites se requiere remoldear (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria.

Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

### I.2 Definiciones

- a) **Contenido de humedad ( $w$ ):** Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra. Se expresa en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

donde:

$W_w$ : peso agua

$W_s$ : peso suelo seco

- b) **Límite Líquido ( $w_L$  ó  $LL$ ):** contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.
- c) **Límite Plástico ( $w_p$  ó  $LP$ ):** es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico.
- d) **Índice de Plasticidad ( $IP$ ):** es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$IP = L_L - L_P$$

---

<sup>1</sup> Apuntes Laboratorio CI44A, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile



### **I.3 Equipo**

1. Máquina de Casagrande (referencia: norma ASTM N° D 4318-95a)
2. Acanalador (misma referencia)
3. Balanza de sensibilidad 0.1g
4. Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, placa de vidrio, hormo regulable a 110°, agua destilada.

### **I.4 Procedimiento y Cálculo**

#### ***a. Preparación del material.***

Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla # 40 (0.42 mm). Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad.

Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua, siguiendo el procedimiento indicado en letra b. Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente cubierto. Para las arcillas este tiempo deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme de la muestra.

#### ***b. Determinación del límite líquido.***

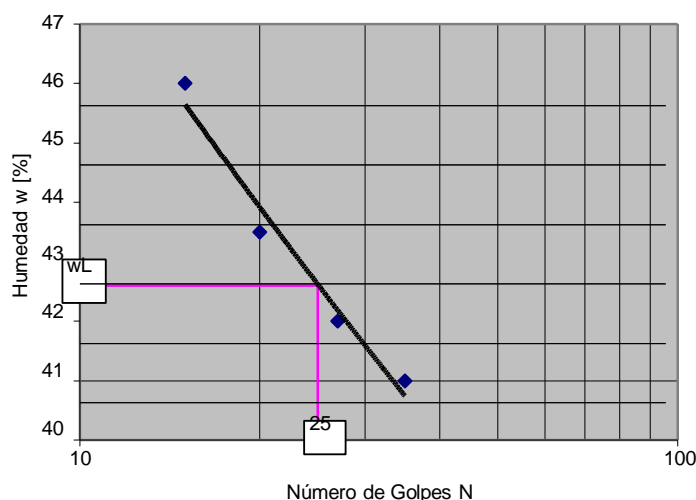
En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado a  $w = w_L$  tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm<sup>2</sup>) de tal modo que la muestra de suelo remoldeado necesita de 25 golpes para cerrar en ½ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante.

- 1) se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido, para lo cual recibirán indicaciones del instructor,
- 2) desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento,
- 3) montar la cápsula en su posición para el ensayo,
- 4) colocar entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo,
- 5) usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos con raicillas,

- 6) girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en  $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40,
- 7) revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5) y 6)
- 8) tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante,
- 9) vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8),
- 10) repetir etapas (2) a (9), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

#### **Cálculo de $w_L$ .**

Sobre un papel semi-logarítmico se construye la “**curva de flujo**” como se indica en la figura. Los puntos obtenidos tienden a alinearse sobre una recta lo que permite interpolar para la determinación de la ordenada  $w_L$  para la abscisa  $N = 25$  golpes.



**Nota: Método de un punto.** Se puede obtener el valor de  $w_L$  a través de una sola determinación. Este método es válido para suelos de mismo tipo y formación geológica; se ha observado que tales suelos tienen curvas de flujo de iguales inclinación, en escala semi-log. Se usa la fórmula:

$$w_L = w \times \left( \frac{N}{25} \right)^{\tan \alpha}$$

$$w = w_L \times \left( \frac{25}{N} \right)^{\tan \alpha}$$

donde:

$\alpha$  = inclinación curva de flujo (escala semi-log)

N = número de golpes

w = contenido de humedad correspondiente a N.

(valores comunes de  $\tan \alpha$  : 0.12 a 0.13)

### ***c. Determinación del límite plástico $w_P$***

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

- 1) utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido,
- 2) en los suelos muy plásticos  $w_P$  puede ser muy diferente de  $w_L$ ; para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio o amasándolo sobre toalla nova; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien bajo una ampollita eléctrica; en cualquier caso es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme,
- 3) tomar una bolita de suelo de 1 cm<sup>3</sup> y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro,
- 4) reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico,
- 5) el límite plástico,  $w_P$ , corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado  $w_P$ , es recomendable amasar una vez más el bastoncito,
- 6) pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad,
- 7) realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (3) a (6) y promediar; diferencias entre 2 determinaciones no deberán exceder a 2 %.

## II. Análisis Granulométrico

### II.1 Definiciones

El análisis granulométrico de una muestra de suelo consiste en determinar la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos, definidos por las aberturas de las mallas utilizadas.

### II.3 Equipo

1. Serie de mallas ASTM
2. Balanzas de diferente sensibilidad

Abertura		Abertura	
Malla	[mm]	Malla	[mm]
3"	75.0	# 4	4,750
2 1/2"	63.0	# 8	2,360
2"	50.0	# 10	2,000
1 1/2"	37.5	# 30	0,600
1"	25.0	# 40	0,425
3/4"	19.0	# 50	0,300
1/2"	12.5	# 100	0,150
3/8"	9.5	# 200	0,074

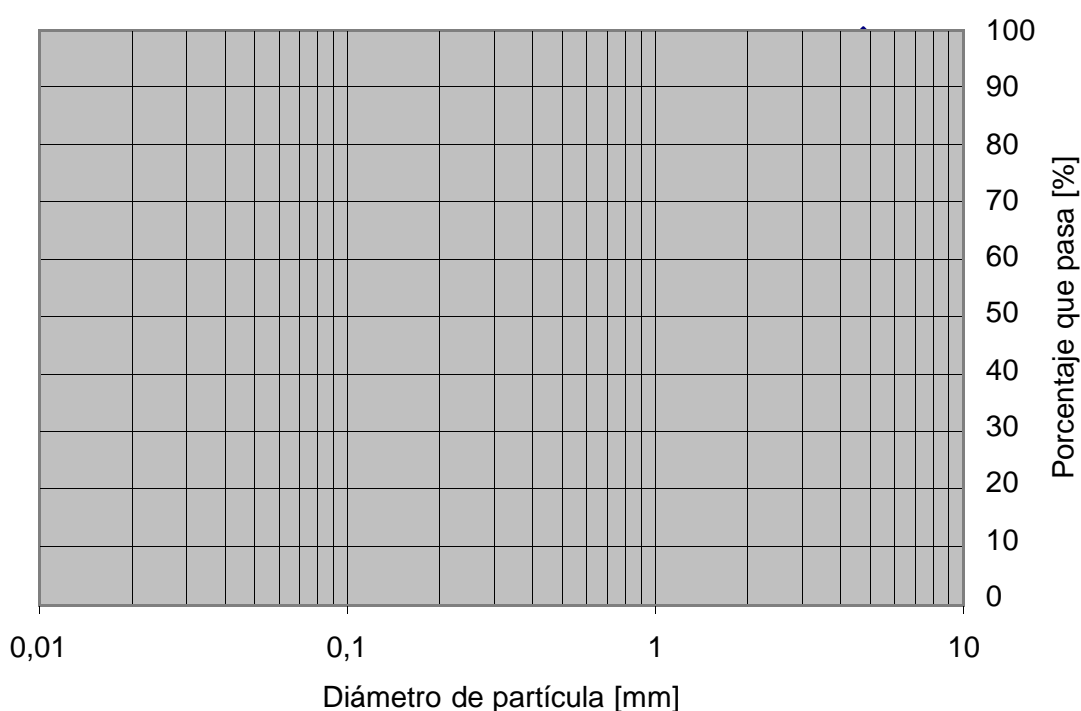
### II.4 Procedimiento y Cálculos

- 1) pasar la muestra seca de suelo por la malla 3/8" y separar el material que pasa esta malla, a fin de determinar el porcentaje de finos de forma confiable posteriormente,
- 2) pasar el material retenido en la malla 3/8" por las mallas 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 3/8" y pesar las porciones de material retenido en cada una de ellas,
- 3) mezclar homogéneamente el material que pasó por la malla 3/8" y tomar una muestra representativa según indicación del instructor,
- 4) colocar la muestra obtenida en etapa (3) sobre la malla #200 y lavar el material, utilizando agua común, de tal manera que el agua arrastre los finos haciéndolos pasar por esta malla, hasta que el agua que pasa a través de la malla mantenga su transparencia,
- 5) verter cuidadosamente el residuo, en un recipiente desecador y permitirle sedimentar por un período de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte

superficial de la suspensión se vuelva transparente, eliminar esta agua transparente y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua remanentes en el horno para secado,

- 6) al día siguiente, regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno o, en su defecto, el instructor les entregará otras indicaciones,
- 7) finalmente, pasar la muestra (lavada y seca) por las mallas #4 a la #200, registrando el peso retenido en cada malla.

La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en un gráfico semi-logarítmico como el indicado en la figura donde en abscisas se indican los diámetros de partículas y en ordenadas el porcentaje en peso que pasa.



A partir de la curva de distribución granulométrica, se pueden obtener diámetros característicos tales como el  $D_{10}$ ,  $D_{30}$ ,  $D_{60}$ . El diámetro  $D$  se refiere al tamaño de partículas y el subíndice denota el porcentaje de material que pasa. Por ejemplo  $D_{10} = 0.15$  mm significa que el 10 % de los granos de la muestra son menores en diámetro que 0.15 mm. El diámetro  $D_{10}$  es también llamado diámetro efectivo del suelo.

Una indicación de la variación o rango del tamaño de los granos presentes en una muestra se obtiene mediante el coeficiente de uniformidad  $C_U$ , utilizado en la Clasificación Unificada, USCS, el que está definido como:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

En realidad, debiera llamarse coeficiente de **desuniformidad**, ya que un valor creciente de este parámetro indica que los diámetros  $D_{60}$  y  $D_{10}$  difieren en tamaño apreciablemente, es decir, el suelo tiene tamaños no uniformes. Sin embargo, esto no asegura la inexistencia de vacíos de gradación, como el que se presenta cuando faltan un cierto tipo de tamaños por completo o solamente existe una muy pequeña cantidad de diámetros de un determinado tamaño. Existe otro parámetro llamado coeficiente de curvatura  $C_c$ , el cual mide la forma de la curva entre el  $D_{60}$  y el  $D_{10}$ , definiéndose de la siguiente manera:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

Valores de  $C_c$  muy diferentes de la unidad indican la falta de una serie de diámetros entre los tamaños correspondientes al  $D_{10}$  y el  $D_{60}$ .

- **Suelos de grano grueso**

> 50 % queda retenido en la malla # 200 (0.074 mm)

- Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla # 4 (4.75 mm)
  - fracción fina < 5 %: GW, GP según  $C_u$  y  $C_c$
  - fracción fina > 12 %: GM, GC según carta de plasticidad
  - fracción entre 5 % y 12 %: Símbolos dobles. Ej: GW-GC, mezcla bien graduada de arena y grava en una matriz arcillosa.
- Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla # 4 (4.75 mm)
  - fracción fina < 5 %: SW, SP según  $C_u$  y  $C_c$
  - fracción fina > 12 %: SM, SC según carta de plasticidad
  - fracción entre 5 % y 12 %: Símbolos dobles.

- **Suelos de grano fino**

> 50 % pasa por la malla # 200 (0.074 mm)

Carta de plasticidad



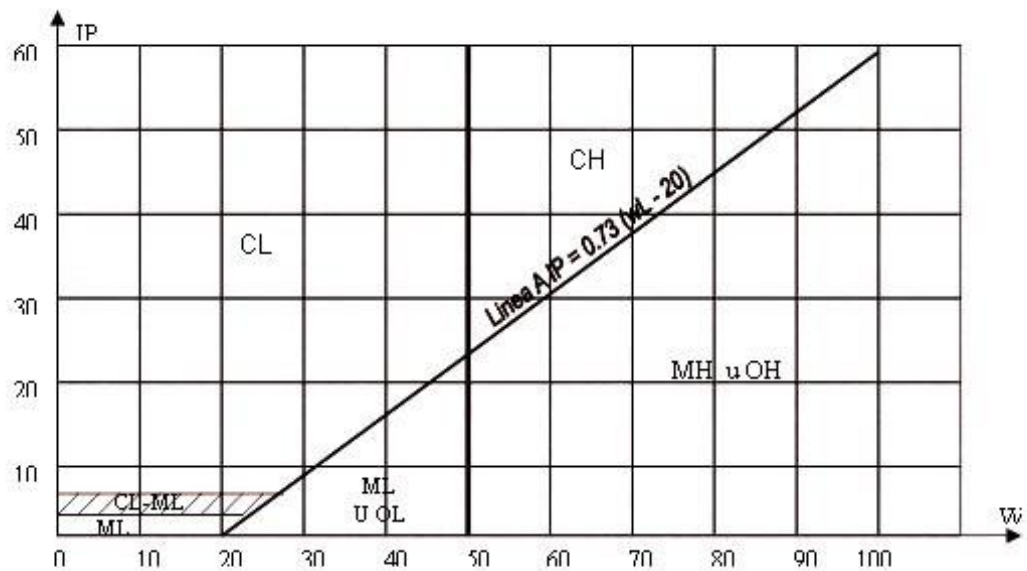


Fig. 5.12 Carta de Plasticidad

### III. Bibliografía

1. Lambe, T.W. *Soil Testing for Engineers* Wiley, New York, 1951, Capítulo 3 (Biblioteca Ingeniería Civil)
2. Casagrande, A. *Classification and Identification of Soils. Transactions of the American Society of Civil Engineers*, Vol. 113, p 901, 1948 (Biblioteca IDIEM)
3. Bowles, J.E. *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil* (Biblioteca Ingeniería Civil).
4. ASTM D4318-95a, *Standard Test Method for Liquid Limit, and Plasticity Index of Soils*.
5. ASTM D422, *Test Procedures for Particle-Size Analysis – Mechanical Method*.

**DETERMINACION DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS (MÉTODO MECÁNICO).**

**(ASTM D-422; AASHTO T 27-88)**

**GENERALIDADES:**

La variedad en el tamaño de las partículas de suelos, casi es ilimitada; por definición, los granos mayores son los que se pueden mover con la mano, mientras que los más finos son tan pequeños que no se pueden apreciar con un microscopio corriente.

Debido a ello es que se realiza el Análisis Granulométrico que tiene por objeto determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar, en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distinto tamaño que el mismo contiene.

La manera de hacer esta determinación es por medio de tamices de abertura cuadrada.

El procedimiento de ejecución del ensaye es simple y consiste en tomar una muestra de suelo de peso conocido, colocarlo en el juego de tamices ordenados de mayor a menor abertura, pesando los retenidos parciales de suelo en cada tamiz. Esta separación física de la muestra en dos o más fracciones que contiene cada una de las partículas de un solo tamaño, es lo que se conoce como "Fraccionamiento".

La determinación del peso de cada fracción que contiene partículas de un solo tamaño es llamado "Análisis Mecánico". Este es uno de los análisis de suelo más antiguo y común, brindando la información básica por revelar la uniformidad o graduación de un material dentro de rangos establecidos, y para la clasificación por textura de un suelo.

Sin embargo, debido a que el menor tamaño de tamiz que se utiliza corrientemente es el 0.074 mm (Malla No. 200), el análisis mecánico está restringido a partículas mayores que ese tamaño que corresponde a arenas limpias finas. Por lo tanto si el suelo contiene partículas menores que ese tamaño la muestra de suelo analizada debe ser separada en dos partes, para análisis mecánico y por vía húmeda (hidrometría).

Por medio de lavado por el tamiz No. 200 y lo que pase por este tamiz será sometido a un análisis granulométrico por vía húmeda, basado en la sedimentación.

El análisis por vía húmeda se efectúa por medio del hidrómetro que mide la densidad de una suspensión del suelo a cierto nivel y se basa en el principio de la ley de Stokes.

### **OBJETIVO:**

- Determinar experimentalmente la distribución cuantitativa del tamaño de las partículas de un suelo.
- Analizar su graduación en base a los coeficientes de uniformidad (Cu) y Curvatura (Cc).



### **EQUIPO:**

#### **Método Mecánico**

- Juego de tamices 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 10, No. 40, No. 200, tapa y fondo.
- Balanza de 0.1gr. de sensibilidad.
- Mortero con su pisón.
- Horno con temperatura constante de 100 – 110° C.
- Taras.
- Cuarteador.

### **PROCEDIMIENTO:**

#### **Método Análisis Mecánico**

a) Material mayor que el tamiz No. 4

1. El material retenido en el tamiz No. 4, se pasa a través de los tamices, 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4 y fondo, realizando movimientos horizontales y verticales.

2. Pese las fracciones retenidas en cada tamiz y anótela en el registro correspondiente.

b) Material menor que el tamiz No. 4

1. Ponga a secar la muestra en el horno a una temperatura de 105 a 110° C por un período de tiempo de 12 a 24 horas.
2. Deje enfriar la muestra a temperatura ambiente y pese la cantidad requerida para realizar el ensaye.

Si el suelo es arenoso se utiliza aproximadamente 200grs.

Si el suelo es arcilloso se utiliza aproximadamente 150grs.

3. Disgregue los grumos (terrones), del material con un pisón de madera para evitar el rompimiento de los grumos.
4. Coloque la muestra en una tara, agréguele agua y déjela remojar hasta que se puedan deshacer completamente los grumos.
5. Se vacía el contenido de la tara sobre el tamiz No. 200, con cuidado y con la ayuda de agua, lave lo mejor posible el suelo para que todos los finos pasen por el tamiz. El material que pasa a través del tamiz No. 200, se analizará por otros métodos en caso sea necesario.
6. El material retenido en el tamiz No. 200 después de lavado, se coloca en una tara, lavando el tamiz con agua.
7. Se seca el contenido de la tara en el horno a una temperatura de 100 – 110° C por 24 horas.
8. Con el material seco en el paso anterior, se coloca el juego de tamices en orden progresivo, No. 4, No. 10, No. 40, No. 200 y al final el fondo, vaciando el material previamente pesado.
9. Se agita el juego de tamices horizontalmente con movimientos de rotación y verticalmente con golpes secos de vez en cuando. El tiempo de agitación depende de la cantidad de finos de la muestra, pero por lo general no debe ser menor de 15 minutos.
10. Inmediatamente realizado el paso anterior pese las fracciones retenidas en cada tamiz, y anótela en el registro correspondiente.

### **ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS**

En el análisis por tamices se obtienen los resultados de pesos parciales retenido en cada uno de ellos.



Después se calcula los porcentajes retenidos parciales, los porcentajes acumulativos, los porcentajes que pasan por cada tamiz.

Además es conveniente presentar resultados en forma gráfica que tabular.

La presentación gráfica se efectúa por medio de la curva granulométrica, que es la curva de los porcentajes que pasa por cada tamiz, esta curva se gráfica en papel semilogaritmico. En la ordenadas (escala natural del papel) se anotan los porcentajes que pasa y en las abscisas (escala logaritmica del papel) se anotan los diámetros de los tamices en milímetros.

### **TAMAÑO DE LAS ABERTURAS DE LOS TAMICES NORMALIZADOS.**

TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	76.2
2 ½"	63.5
2"	50.8
1 ½"	38.1
1"	25.4
¾ "	19.1
½ "	12.7
3/8 "	9.52
¼ "	6.35
No. 4	4.76
No. 10	2.00
No. 40	0.420
No. 200	0.075

A partir de la curva granulométrica se puede deducir en primera instancia el tipo de suelo principal y los componentes eventuales.

Se puede encontrar el diámetro efectivo de los granos ( $D_{10}$ ); que es el tamaño correspondiente al 10% en la curva granulométrica y se designa como  $D_{10}$ .

Otros tamaños definidos estadísticamente que son útiles incluyen  $D_{60}$ ;  $D_{30}$ .

La uniformidad del suelo se puede definir estadísticamente de varias maneras, un índice antiguo pero útil, es el coeficiente de Uniformidad  $C_u$  que se define.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

- Las Gravas bien graduadas tienen  $C_u > 4$
- Las Arenas bien graduadas tienen  $C_u > 6$

Para clasificación de suelos es útil definir un dato complementario de uniformidad como es el coeficiente de curvatura ( $C_c$ ) definido como:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

- Los suelos bien graduados;  $C_c$  entre 1 y 3.

	PESO RETENIDO PARCIAL EN GRAMOS	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA POR EL TAMIZ
1 ½"				
1"				
¾"				
½"				
3/8"				
No. 4				
PASA No. 4				
SUMA				
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ NO. 4 (LAVADO)</b>				
TAMIZ NO.	PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA POR EL TAMIZ
10				
40				
200				
PASA 200				
SUMA				

**LAVADO POR No. 200**

ENSAYE No.: \_\_\_\_\_

ENSAYE No.: \_\_\_\_\_

PESO SECO: \_\_\_\_\_

PESO SECO: \_\_\_\_\_

PESO SECO LAVADO: \_\_\_\_\_

PESO SECO LAVADO: \_\_\_\_\_

DIFERENCIA: \_\_\_\_\_

DIFERENCIA: \_\_\_\_\_

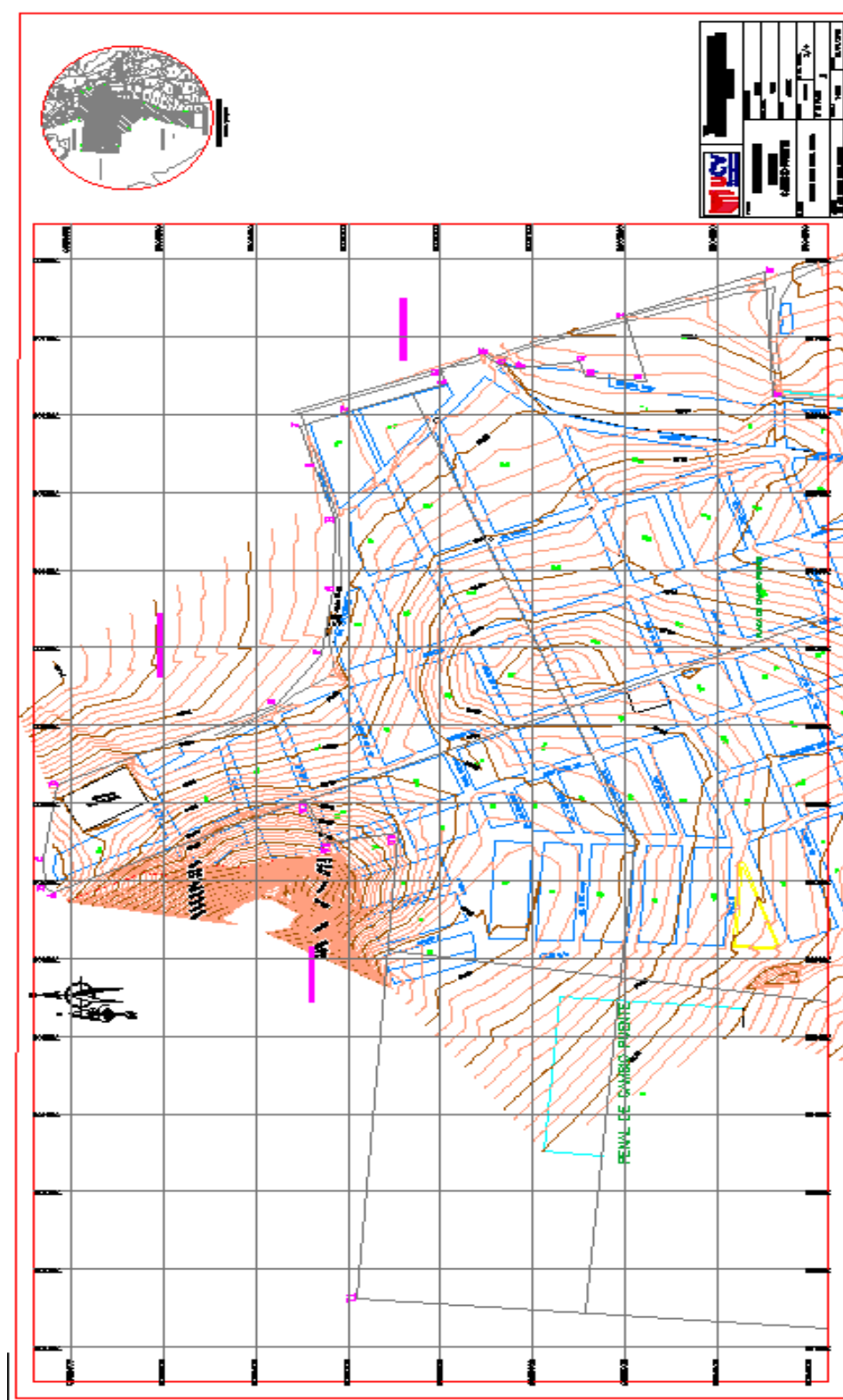
Pasa No. 200: \_\_\_\_\_

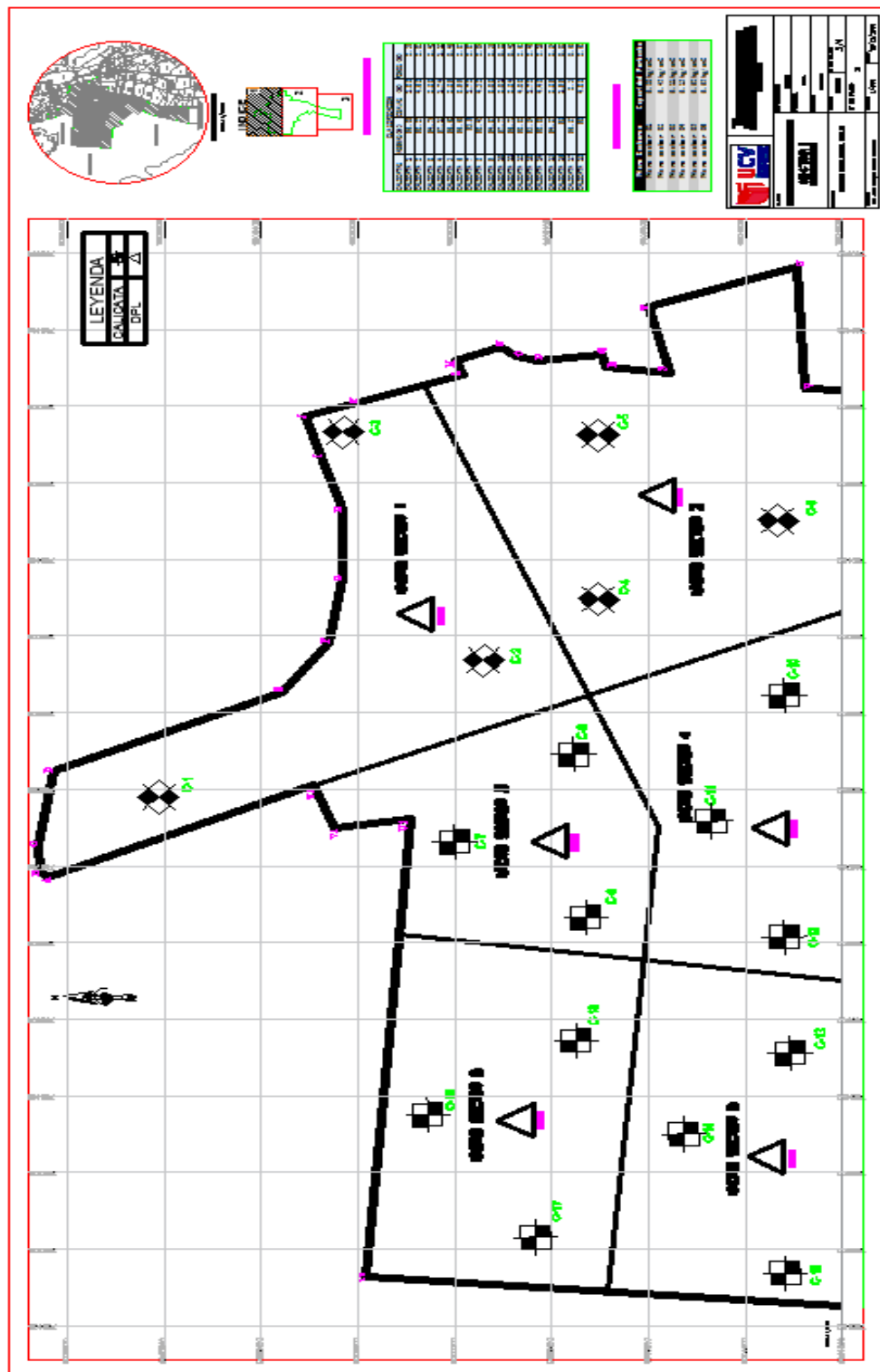
Pasa No. 200: \_\_\_\_\_



## **ANEXO 06: PLANOS**









**ANEXO 07: ACTA DE APROBACIÓN DE  
ORIGINALIDAD DE TESIS**



	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Mgtr. José Pepe Muñoz Arana docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH-2019", del estudiante: ANDERSSON DANIEL BERNAL ROSALES , constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 13 de diciembre del 2019



Mgtr. José Pepe Muñoz Arana  
DNI: 32960000

Revisó	Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	-----------

*Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.*



**ANEXO 08: FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA  
LA PUBLICAIÓN ELECTRONICA DE LA TESIS**





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Bernal Rosales Andersson Daniel

D.N.I. : 73461993

Domicilio : AA-44 San Juan / cll: Jose M. Arguedar / M220215

Teléfono : Fijo : Móvil : 984188059

E-mail : andabero1894@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Título : Ingeniero Civil

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Bernal Rosales Andersson Daniel

Título de la tesis:

Zonificación de suelos del sector 1 del centro poblado  
de Cambio puente según su clasificación mediante el  
método AASHTO y SUCS, Chimbote, Ancash - 2019

Año de publicación : 2019

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : .....

Fecha : .....

13/12/2019

**ANEXO 09: AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL  
DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

BERNAL ROSALES, ANDERSSON DANIEL

---

INFORME TÍTULADO:

ZONIFICACIÓN DE SUELOS DEL SECTOR 1 DEL CENTRO POBLADO DE CAMBIO PUENTE  
SEGÚN SU CLASIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO AASHTO Y SUCS, CHIMBOTE, ANCASH-  
2019.

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: viernes, 13 de diciembre de 2019

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL